

OECD 국가의 온실가스 감축공약(NDC)의 비교 분석을 통한 우리나라 온실가스 감축 목표 평가

이만희* · 박선경**†

*주서브원, **평택대학교 ICT 융합학부

Assessment of Korea's GHG Reduction Targets through Comparative Analysis of OECD Countries' Nationally Determined Contributions (NDCs)

Lee, Manhee* and Park, Sun-Kyoung**†

*SERVEONE, Seoul, Korea, **Pyeongtaek University, Pyeongtaek, Korea

ABSTRACT

Korea has introduced Korea Emissions In 2015, the United Nations Conference on Climate Change (COP21) was held in Paris. The Paris Agreement indicates that all nations are in charge of mitigating climate change. Prior to COP21, 197 Parties submitted the Nationally Determined Contributions (NDCs), which are greenhouse gas reduction targets. On June 30, 2015, Korea also submitted an NDC target of 37% reduction compared to BAU in 2030. However, Korea's NDC was evaluated as "Inadequate" by the Climate Action Tracker (CAT). In addition, the domestic environmental group expressed a negative opinion as well. In view of this situation, it is necessary to conduct an objective assessment of quantitative analysis of NDC goals in Korea. The goal of this study is to evaluate NDC of Korea by comparing with those of OECD member countries. For comparative analysis, data such as population, GDP, primary energy supply affecting GHG emissions were obtained from the OECD homepage. The results indicate that emission reduction goal of 37% of Korea was 4th highest goal among OECD member countries. If Korea achieves the emission reduction goal, the greenhouse gas emissions per capita in 2030 are 10th among OECD member countries. The greenhouse gas emissions per GDP are 13th, and emissions per TOE are 9th among OECD member countries. The results show that greenhouse gas intensity of Korea is relatively high among OECD member countries. Therefore, it is needed to continuously endeavor to reduce greenhouse gas emissions to mitigate the global climate change. This study can be further used as a fundamental document to establish the future greenhouse reduction policy in Korea.

Key words: Climate Change, Business As Usual (BAU), Conference of Parties (COP), Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), Greenhouse Gas Emissions

1. 연구배경

2015년 11월 30일부터 2015년 12월 12일까지 파리에서 진행된 기후변화 당사국 총회 COP21은 총 196개국 당사국 대표를 비롯해 국제기구, 산업계, 시민사회, 관련 전문가 등 약 4만여 명이 참석하였다. 파리 협정은 2012~2020년까지 계획되어 있는 교토의정서 체제 이후 모든 국가가 전 지구적인 기후변화 대응 기여방안(Intended Nationally Determined Contribution; INDC)을 제시하여야 함을 의미한다(Bae, 2016). 이와

같이 파리 협정이 체결됨에 따라 선진국뿐만 아니라, 개발도상국 또한 전 지구적인 기후변화 대응방안을 구체적으로 수립하여 국제사회에 제시하여야 한다. 우리나라가 국제사회에 공표한 기후변화 대응을 위한 기여방안(INDC)은 2015년 6월 30일 국무회의에서 확정된 것과 같이 2030년 온실가스 배출 전망치(Business As Usual; BAU) 대비 37%를 감축하는 것이다(ME, 2015a).

2030년 BAU 대비 37% 감축안을 확정하기 이전인 2015년 6월 11일, 정부는 "Post-2020 온실가스 감축목표 설정 추진제

† Corresponding author: skpark@ptu.ac.kr

Received October 15, 2017 / Revised November 6, 2017 / Accepted November 20, 2017

획"을 발표하였다(ME, 2015b). 추진계획은 4가지의 온실가스 감축 시나리오를 포함하고 있다. 이는 2030년 온실가스 BAU 대비 14.7%, 19.2%, 25.7%, 그리고 31.3%의 감축이다. 정부는 이러한 4가지 감축안 중에서 세 번째 안인 25.7% 감축안과 해외시장에서 구입한 배출권으로 11.3%를 감축하여 총 37%를 감축목표로 확정하였다(Lee, 2016).

정부는 이러한 4가지의 시나리오를 포함한 추진계획을 발표하여 국내의 합의를 도출하고, 국제적으로 우리나라의 온실가스 감축의지를 드러내고자 하였다. 그러나 이러한 감축목표의 발표 이후 경제계와 시민단체의 비판을 받게 되었다(Cho, 2015). 경제계의 입장은 우리나라의 현 산업구조상 경제계에 부담이 된다는 입장이었다. 즉, 국제적인 산업경쟁력을 고려할 때 이러한 목표는 산업계의 발전에 부담이 된다는 것이다. 반면에 시민단체의 경우 지속가능한 성장을 추진해왔던 기존 목표보다 후퇴한 목표라는 것이다.

이러한 시민단체의 비판은 상당히 설득력이 있다. 최현정은 우리나라가 발표한 국가 기여방안(INDC)의 문제점을 크게 세가지로 나누어 지적하였다(Choi, 2016). 첫번째 문제는 후퇴금지원칙을 위반하였다는 점이다. 두번째 문제는 우리나라가 제시한 2030년 BAU 온실가스 감축목표인 37% 중에서 11.3%를 해외시장에서 구입한 배출권으로 달성한다고 명시하였으나, 해외시장을 통한 배출권의 구입에 대한 구체적인 계획이 명확하지 않다는 점이다. 세번째 문제는 온실가스 감축목표가 우리나라의 발전전략과 직접적으로 연관되지 않는다는 점이다.

첫번째 문제인 후퇴금지원칙은 '기후행동에 관한 결정문' 10조에 명시되어 있다(United Nations, 2015). '기후행동에 관한 결정문'에는 모든 당사국들이 기존에 진행하고 있는 온실가스 감축목표보다 더 진전된 목표를 수립할 것을 명시하고 있다. 그러나 우리나라가 제시한 온실가스 감축목표는 기존 목표보다 더 진전되었다고 평가하는 데에는 문제점이 있는 것으로 평가되고 있다(Climate Action Tracker, 2016).

우리나라가 2009년 발표한 온실가스 감축목표는 2020년 BAU 대비 30% 감축이었으며 이러한 목표를 발표할 당시 온

실가스 비 의무 감축국가에 속하였다. 기후변화에 관한 정부 간 패널에서 온실가스 비 의무 감축국가에 권고한 온실가스 감축율은 BAU 대비 15~30%였다. 따라서, 우리나라는 국제사회에 자발적이고 의욕적인 감축목표를 설정하였다는데 대해 긍정적인 평가를 받았다(Ikenberry *et al.*, 2013). 또한, 이를 실현하기 위한 구체적인 방안(예, 온실가스·에너지 목표관리제, 탄소배출권 거래제 등)을 모범적으로 시행함으로써 국제사회에서 위상을 드높였었다. 그러나 2015년 발표한 2030년 BAU 대비 37% 감축목표는 2009년에 발표한 목표에 비해 오히려 후퇴되었다는 평가를 받고 있다.

우리나라는 2009년에 발표한 2020년 BAU 온실가스 배출량 대비 30%의 감축목표 달성을 위한 국가 온실가스 감축 로드맵에 의하면 2020년 배출 전망치는 776.1 MtCO₂-eq이며, BAU 대비 30% 감축이라는 목표를 달성하기 위해서는 온실가스 배출량을 543.0 MtCO₂-eq이하로 유지하여야 한다(Table 1). 따라서, 2016년 목표 배출량 621.2 MtCO₂-eq과 2020년 목표 배출량 543.0 MtCO₂-eq을 비교할 때, 2016년에서 2020년까지 4년간의 목표 감축량은 78.2 MtCO₂-eq에 해당한다.

반면에, 2015년 6월 발표한 2030년 BAU 대비 37% 감축목표를 달성하기 위해서 2030년 목표배출량 535.9 MtCO₂-eq를 고려하면, 2020년에서 2030년까지 10년간의 목표 감축량은 고작 7.1 MtCO₂-eq에 불과하다(Table 2). 이에 더하여 37%의 감축목표 중 25.7%에 해당하는 국내에서 달성해야 하는 감축분에 따른 2030년 목표배출량은 632.0 MtCO₂-eq로서 이는 2020년 목표배출량인 543.0 MtCO₂-eq보다도 89 MtCO₂-eq가 높은 수준이다. 이와 같이 2020년부터 2030년까지 10년간 감축목표를 그에 앞선 4년간의 목표와 비교할 때 '후퇴금지의 원칙'을 준수하지 않았다는 비판을 받을 근거가 충분한 것으로 보여진다.

두번째 문제는 2030년 온실가스 감축목표인 BAU 대비 37% 중에서 11.3%를 해외시장에서 구입한다는 점이다. 이는 감축목표 37%의 약 1/3에 해당한다. 국제 탄소시장(New International Market Mechanism; NMM)을 이용하여 온실가스 감축목표를 달성하기 위해서는 비용대비 효과에 대한 분석이 필

Table 1. 2020 national greenhouse gas reduction roadmap (ME, 2014)

Emissions [MtCO ₂ -eq]	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
BAU	694.5	709.0	720.8	733.4	747.1	761.4	776.1
Goal	659.1	637.8	621.2	614.3	604.4	585.4	543.0
Reduction [%] = {(BAU)-(Goal)} / (BAU)	5.1	10.0	13.8	16.2	19.1	23.1	30.0

Table 2. 2030 nationally determined contributions of greenhouse gas emissions (ME, 2015a)

Emissions [MtCO ₂ -eq]	2020 ¹⁾	2025	2030
BAU	782.5	809.7	850.6
Goal	-	-	535.9 (632.0) ²⁾
Reduction [%] = {(BAU)-(Goal)} / (BAU)	-	-	37.0 (25.7) ²⁾

¹⁾ BAU emissions in 2020 in Table 2 was recalculated in June 2015. The recalculated 2020 BAU emissions is 16.4 MtCO₂-eq higher than the 2020 BAU emissions in Table 1.

²⁾ The number in (), 25.7%, is the percentage of domestic reduction out of total reduction, 37%.

요하다. 그러나 아직까지 국제 탄소시장은 논의 중에 있는 상태로서 비용대비 효과에 대한 산출이 불가능하다. 물론, INDC를 제출한 국가 중 일부 국가도 NMM(New International Market Mechanism)을 활용해 추가 감축 잠재량을 확보하기도 하였다. 그러나 이들 국가들은 온실가스 감축목표 달성을 위한 NMM 활용 의존도가 우리나라에 비해 크게 낮은 수준이다(Choi, 2016).

멕시코는 2030년 대비 25%를 감축하는 INDC를 발표하였다. 멕시코의 INDC는 NMM 또는 그 외의 지원여건에 따라 목표가 40%까지 상향 조정될 수 있다. 멕시코는 2030년 BAU 배출량이 1,110 MtCO₂-eq인 점을 고려하면 멕시코는 이의 25%인 277.5 MtCO₂-eq를 국내에서 감축하고, 상황에 따라 NMM 등의 활용을 통해 추가적으로 166.5 MtCO₂-eq를 줄이겠다는 것이다(Climate Action Tracker, 2016). 반면에 우리나라는 2020년에서 2030년까지 NMM을 활용하여 단지 7.1 MtCO₂-eq를 감축하겠다는 것이다(Choi, 2016).

캐나다는 2030년까지 2005년 배출량의 30%를 감축한다는 INDC를 제출하였다(Climate Action Tracker, 2016). 캐나다 또한 INDC 감축목표를 달성하기 위해 해외 탄소시장을 활용할 것을 언급하였지만, 이는 미국과 직접 연결되어 있는 에너지 시장 등 특수한 현실을 고려한 것이다(Choi, 2016). 스위스도 국제 탄소시장을 이용한다는 점을 언급하고 있기는 하지만, 주로 국내에서 온실가스를 감축할 것을 명시하고 있다. 스위스의 경우 2030년까지 1990년 배출량 대비 50%를 감축한다는 INDC를 제출하였다(Climate Action Tracker, 2016). 그러나 스위스는 2012년 배출량은 51.4 MtCO₂-eq로서 우리나라 배출량의 약 7%에 불과하다. 우리나라의 경우 2030년 BAU인 850.6 MtCO₂-eq의 37%에 해당하는 314.7 MtCO₂-eq를 감

축해야 한다. 따라서, 스위스는 국제 탄소시장에의 의존도 또한 우리나라에 비해 매우 낮다(Choi, 2016).

이와 같이 NMM의 활용에 대해 일부 국가가 고려하고 있기는 하지만, 이는 단지 국내에서 온실가스를 주로 감축하고 NMM의 활용은 자국의 특수한 상황을 고려하여 부수적으로 활용한다는 입장이다. 이는 우리나라에서 발표한 것과 같이 전체 온실가스 감축목표의 약 1/3에 해당하는 배출량을 NMM을 활용하겠다는 입장과는 크게 차이가 있다(Won, 2015).

세번째 문제는 Post 2020 온실가스 감축목표가 우리나라의 미래 발전전략과 직접적으로 연계되지 않는다는 점이다. 이러한 문제점을 가장 잘 드러내는 부분은 온실가스 감축목표를 달성하기 위한 감축이행계획에 나타난다. 부문별 감축률을 살펴보면 산업부문의 경우 2020년까지 BAU 대비 18.5%였던 감축률이 2030년까지 BAU 대비 12%로 수정된 점이다(ME, 2015a). 산업부문의 감축률을 낮춘 가장 주된 이유는 기업의 국제적인 경쟁력 강화이다. 그러나 이렇게 산업부문의 감축률이 낮아짐에 따라 기업은 에너지 효율화 증진 및 신재생에너지 등 녹색기술의 투자 동력원이 결여되었다고 평가된다. 따라서, 국가 온실가스 감축목표달성을 위한 로드맵을 제시할 당시, 확고한 감축의지를 표명하여 산업계에 명확한 시그널을 제시하겠다는 정부의 입장에 변화가 생긴 것으로 평가되기도 한다(ME, 2014).

우리나라의 Post 2020 온실가스 감축목표는 국내의 상황을 고려하더라도 과거 발표된 온실가스 감축목표에 비해 진전된 것이라고 평가되기 어려운 상황이다. 또한, 감축목표량 중 약 1/3을 NMM을 활용한다는 부분에 대한 구체적인 계획을 수립하지 않고 있는 상황이다. 이 외에도 기후변화 이행계획을 살펴볼 때 산업부문의 기후변화 대응을 위한 동기를 유발하지 않는 수준으로 산업부문의 온실가스 감축목표가 낮게 설정된 점이다. 국내의 평가 이외에도 국제적으로도 우리나라가 제출한 INDC는 긍정적인 평가를 받지 못하고 있다(Climate Action Tracker, 2016).

일례로, 각국이 제출한 국가온실가스 감축목표를 분석하는 기관인 기후행동추적(Climate Action Tracker)은 우리나라가 유엔 기후변화협약(The United Nations Framework Convention on Climate Change; UNFCCC)에 제출한 INDC는 부적합(inadequate)하다고 평가하고 있다(Climate Action Tracker, 2016). 2015년 12월 프랑스 파리에서 열린 유엔 기후변화협약 당사국총회(COP21)에서는 197개 협약 당사국이 2020년 이후 새로운 기후변화 체제 수립을 위한 최종 합의문을 채택했다. 합의문에는 산업화 이전 대비 지구 평균기온의 상승폭을 '2도보다 훨씬 낮게' 억제한다는 내용과 함께 1.5도 아래로 제한하

는 노력을 한다는 내용이 포함되었다. 기후행동추적(CAT)은 각국이 제출한 INDC가 지구 평균기온의 상승폭을 2도 이하로 제한하는데, 어느 정도 기여할 수 있는지에 따라 “Role model(롤 모델)”, “Sufficient(충분함)”, “Medium(중간)”, 그리고 “Inadequate(부적합)”의 4단계로 구분한다(Climate Action Tracker, 2016).

그러나 우리나라가 제출한 INDC는 파리협약에 명시된 것과 같이 산업화 이전 대비 지구평균기온의 상승폭을 2도 이하로 억제하는 데에 적합하지 않은 그룹인 “Inadequate(부적합)”한 단계로 평가되고 있다(Climate Action Tracker, 2016). 따라서, 국제적으로 기후변화 대응을 위해 전 국가가 동참하고 있는 시점에서, 우리나라는 기후변화 대응을 위한 온실가스 감축목표와 실행계획에 대한 면밀한 검토를 통해 이를 개선하기 위한 노력을 집중하여야 할 것이다.

2. 연구목적

우리나라는 2015년 국제사회에 2030년 BAU 대비 37% 감축이라는 INDC를 공표하였다. 본 연구의 목적은 우리나라가 제시한 INDC의 목표를 달성하기 위한 온실가스 감축량을 선진국 또는 선진국의 대열에 진입하는 국가로 인식되고 있는 OECD 국가의 온실가스 감축량과의 비교 분석을 통해 우리나라의 INDC에 대한 객관적인 평가를 하는 것이다.

국가별로 제출한 INDC에 대한 분석 및 평가를 하는 기관인 Climate Action Tracker의 경우, 국가별로 제출한 INDC가 전 지구적인 평균기온의 상승폭을 2°C 이하로 제한하는 데에 어느 정도의 기여를 할 수 있는지를 기준으로 국가별 INDC를 평가하고 있다. 구체적으로, 2015년 12월 파리 협약에서 제안된 것과 같이 기후변화 감축을 위한 전 지구적인 노력이 시급한 만큼 INDC는 과거의 온실가스 감축목표보다 전진한 목표여야 하고, 각 국가별 상황에 맞춰 달성이 가능하여야 한다. 그러나 우리나라가 제시한 INDC는 과거 2009년에 제출한 2020년까지 2020년 BAU 대비 30% 감축목표에 비해 오히려 후퇴된 목표라는 점에서 전 지구적인 평균기온을 2°C 이하로 억제하는 데에 “부적합(inadequate)”하다는 평가를 받은바 있다(Climate Action Tracker, 2016).

따라서 본 연구를 통해 우리나라가 제시한 INDC의 목표를 달성하기 위한 온실가스 감축량을 OECD 국가의 온실가스 감축량과 정량적으로 비교함으로써 우리나라의 온실가스 감축목표에 대한 평가와 더불어 개선방안을 제시하고자 한다. 본 연구의 결과는 전 지구적인 기후변화 대응을 위한 우리나라의 기여방안을 제시할 뿐만 아니라, 나아가 OECD 국가의 일

원으로서 위상을 높이기 위한 정책방향을 제시할 것이다.

3. 분석방법

국가별로 제출한 NDC의 온실가스 배출량의 감축 목표 설정은 절대량 방식 또는 BAU 방식 등으로 차이가 있다. 또한, NDC에 제시한 목표를 달성하는 연도도 국가별로 동일하지 않은 경우도 있다. 예를 들면, 우리나라는 2030년까지 2030년 BAU 대비 37%를 감축한다는 목표를 제시하였다. 반면에, 미국은 2025년까지 2005년 온실가스 배출량 대비 26~28%의 감축목표를 제출하였다. 이와 같은 차이로 인해 국가별 NDC 그 자체만의 비교를 통해서도 국가간 감축목표의 차이를 정확히 파악하기 어렵다(Won, 2015). 따라서, 본 연구에서는 동일한 조건으로 NDC를 평가하기 위해 OECD 국가의 온실가스 배출량을 다음 다섯 가지의 기준에 따라 비교하였다. 다섯 가지 기준 중 첫 번째는 NDC 제출 이전의 배출량의 현황을 비교하는 것이고, 두 번째에서 다섯 번째까지는 NDC에 제시한 국가별 온실가스 목표 달성을 가정하였을 때의 배출량을 비교하는 것이다. 이때, 비교분석에 포함된 온실가스 배출량은 Land Use and Land-use Change and Forestry(LULUCF)를 포함한 배출량이다. LULUCF를 포함하지 않을 경우 별도로 명시하였다.

첫째, NDC를 제출하기 전인 2015년 이전의 국가 온실가스 배출량을 비교하는 것이다. 본 연구에서는 2010년에서 2014년까지 총 5년간의 배출량을 비교하였다. 이러한 비교를 통해 국가별 배출량의 현황을 파악할 수 있다. 이러한 비교를 위해 우리나라의 배출량은 국가 온실가스 인벤토리 자료를 사용하였다(ME, 2014; 2015a; 2015b). 그리고, OECD 국가의 온실가스 배출량은 OECD 홈페이지의 통계 자료를 활용하였다(OECD, 2016).

둘째, NDC 목표를 달성하였다는 것을 가정할 경우, 2030년의 배출량을 비교하였다. 이때, 앞서 언급한 것과 같이 미국의 경우 NDC에 제시한 목표달성연도가 2025년이다. 따라서, 2030년의 온실가스 배출량을 계산하기 위해 2026년부터 2030년은 2005년에서 2025년 온실가스 감축률을 적용하여 예측하였다.

셋째, NDC 목표를 달성하였다는 것을 가정할 경우, 온실가스 집약도(국내총생산(Gross Domestic Product; GDP)당 온실가스 배출량)[CO₂-eq per GDP(in US dollars)]를 비교하였다. GDP가 증가하면 자원의 사용량이 증가하므로 온실가스 배출량이 늘어나고, 공정과정에서 배출되는 온실가스의 양도 증가할 수 있다. 따라서, 온실가스 집약도는 국가별 온실가스 감축

의지를 파악하는 데에 도움이 되는 지표이다. 국가별 GDP 데이터는 OECD 통계자료를 사용하였다(OECD, 2016). 2015년 이후의 통계자료는 2005년에서 2014년, 총 10년간의 연평균 증가율을 이용하여 기하평균(MS-Excel의 GEOMEAN 함수 사용)으로 계산하였다.

넷째, NDC 목표를 달성하였다는 것을 가정할 경우, 탄소 집약도를 비교하였다. 탄소집약도는 1차 에너지 공급량 당 온실가스 배출량이다. 본 연구에서는 탄소집약도의 단위를 “CO₂-eq per TOE(ton oil equivalent)”로 표기하였다. 화석에너지로 대표되는 1차 에너지원은 인위적인 온실가스 배출의 근본적인 요인으로 알려져 있다. 따라서, 국가별 1차 에너지 공급량 당 온실가스 배출량의 감축방향을 분석하는 것은 기후변화 대응의지를 파악하는 데에 도움이 된다. 2015년 이후 OECD 국가의 1차 에너지 공급량 또한 2005년에서 2014년, 총 10년간의 1차 에너지 공급량의 연평균 증가율을 적용하여 계산하였다(OECD, 2016).

다섯째, NDC 목표를 달성하였다는 것을 가정할 경우, 인구 수 대비 온실가스 배출량을 비교하였다. 이는 국가별 총 온실가스 배출량을 국민 1인당 배출량으로 환산한 값을 의미한다. 국민 1인당 온실가스 배출량의 비교는 국가별 온실가스 배출 현황 및 감축의지를 정확히 분석하는 데에 효과적으로 사용될 수 있다. 2015년 이후 OECD 국가의 인구 또한 2005년에서 2014년, 총 10년간의 연평균 증가율을 적용하여 계산하였다(OECD, 2016).

이와 같이 과거 데이터를 이용하여 미래 데이터를 예측하는 과정에서 불확실성이 존재하며, 이는 본 연구의 한계점이라 할 수 있다. 이 외에도 OECD 홈페이지에 제시된 국가별 배출량과 국가별로 제출한 NDC 보고서에 제시된 온실가스 배출량에 차이가 존재하였다. 본 연구에서는 OECD 홈페이지의 자료에 근거하여 분석을 시행하였다(OECD, 2016). 우리나라의 경우는 국가 온실가스 인벤토리를 사용하였다(ME, 2014).

4. 연구결과

4.1 OECD 국가의 최근 5년간 온실가스 배출량 비교

제 5차 IPCC 보고서에 의하면 2010년 전 세계에서 인위적으로 발생한 온실가스 배출량은 약 42 GtCO₂-eq에 달한다(IPCC, 2015). 그 중에서 OECD 국가의 2010년 온실가스 배출량은 16.7 GtCO₂-eq로 약 40%에 해당한다(Table 3). OECD 국가 중에서는 미국, EU, 일본의 온실가스 배출량이 전체 배출량의 약 80%를 차지하였다.

OECD 국가의 전체 배출량은 2014년 기준으로 약 16.3

GtCO₂-eq로 확인된다. 미국이 6.87 GtCO₂-eq로 OECD 국가 총 배출량의 약 42%를 차지한다. 호주, 캐나다, EU, 멕시코, 스위스, 미국의 경우 감소폭은 1~10%로 편차는 있으나, 2010년 대비 점차적으로 온실가스의 배출량이 감소하는 추세로 판단된다. 우리나라의 2014년 배출량은 OECD 국가 총 배출량의 약 4.26%로 OECD 국가의 배출량 중 5위를 기록하였다. 특이한 점은 2010년과 비교해 볼 때, 우리나라의 배출량은 653.1 MtCO₂-eq로 OECD 국가 중 6위에 해당하였으나, 2014년에 5위로 올라섰다는 점이다. 반면에 멕시코의 경우, 2010년 배출량이 701.4 MtCO₂-eq로 6위였으나, 2014년에는 배출량을 635.2 MtCO₂-eq로 감소시켜 순위가 6위로 낮아졌다(Table 3).

4.2 OECD 국가의 2030년 배출량의 비교

4.2.1 배출전망치와 INDC 목표의 비교

OECD 국가가 제출한 NDC의 배출량 감축 목표 연도는 미국을 제외하면 2030년이다. 따라서, 본 연구에서는 2030년을 기준으로 OECD 국가의 2030년 배출전망치(Business As Usual; BAU)와 INDC 목표의 감축비율을 비교하였다. 국가에 따라 BAU 대비 감축량을 목표로 제시한 경우도 있지만, 절대량을 기준으로 목표를 제시한 경우도 있다. 이러한 차이를 고려하여, NDC를 직접 비교하기 보다는, 국가별 2030년 배출전망치와 NDC의 목표를 달성하였을 때의 2030년 온실가스 배출량을 각각 계산하여 비교하였다(Table 4). 2030년 BAU 대비 감축률은 아이슬랜드가 49.6%의 감축으로 가장 높다. 우리나라는 2030년 BAU 대비 37% 감축을 목표로 하여, OECD 국가 중에서 감축비율이 4번째로 높았다. 칠레를 제외한 모든 국가가 2030년 BAU 배출량에 비해 NDC 목표 배출량이 낮은 것으로 나타났다(Table 4).

칠레가 제출한 NDC는 GDP 당 온실가스 배출량을 감축하는 방식이다(UNFCCC, 2016b). 칠레는 2014년 GDP당 온실가스 배출량이 0.197 CO₂-eq/GDP(in US dollars)로 2030년까지 30% 감축된 0.138 CO₂-eq/GDP(in US dollars)을 목표로 한다. 이 경우, 향후 GDP의 증가를 고려하면 2030년의 NDC 목표 배출량은 177.2 MtCO₂-eq로 예상된다. 그러나 칠레의 과거 온실가스 배출량 추이를 고려할 때, 2030년 예상되는 배출량은 152.7 MtCO₂-eq에 불과할 것으로 전망된다. 이러한 맥락에서 볼 때, 칠레의 NDC는 전 세계적인 기후변화 대응을 위한 자발적이고 적극적인 노력으로 평가되지 않고 있다. 일례로 국가별로 제출된 NDC를 평가하는 기후행동추적(Climate Action Tracker; CAT)는 칠레의 NDC를 전 세계적인 기후변화 대응을 위한 방안으로 Inadequate(부적합)하다고 평가한다

Table 3. Greenhouse gas emissions of OECD member countries (2010~2014) (OECD, 2015)

Emissions [MtCO ₂ -eq]	2010	2011	2012	2013	2014년			Emissions (2010~2014)
	Emissions				Emissions	Percentage out of total emissions (%)	Ranking	
Australia	533.9	534.1	537.4	526.9	522.4	3.20	7	2,654.7
Canada	706.4	709.8	718.3	731.4	732.4	4.49	4	3,598.4
Chile ¹⁾	91.6	93.5	95.4	97.4	99.5	0.61	9	477.4
EU	5,057.0	4,906.6	4,882.1	4,802.5	4,641.3	28.45	2	24,289.4
Iceland	4.7	4.5	4.6	4.5	4.6	0.03	14	22.9
Israel ²⁾	76.9	78.2	84.2	78.4	79.1	0.49	11	396.7
Japan	1,304.9	1,354.6	1,390.3	1,407.9	1,363.9	8.36	3	6,821.6
Mexico ³⁾	701.4	678.5	655.7	632.9	635.2	3.89	6	3,303.7
New Zealand	78.9	78.9	80.9	80.3	81.1	0.50	10	400.2
Norway	55.3	54.3	53.8	53.6	53.2	0.33	12	270.1
Republic of Korea	653.1	680.6	684.3	694.5	712.4	4.37	5	3,425.0
Switzerland	54.4	50.3	51.6	52.5	48.6	0.30	13	257.4
Turkey	395.3	415.9	447.5	438.8	467.6	2.87	8	2,165.0
United States of America	6,985.5	6,865.4	6,643.0	6,800.0	6,870.5	42.12	1	34,164.3
Total	16,699.1	16,505.1	16,329.2	16,401.6	16,311.7	100.00	NA	82,246.7

¹⁾ Emissions in Chile in 2011~2013 are calculated based on emissions in 2010 and those in 2014.

²⁾ Emissions in Israel in 2014 are calculated based on emissions in 2005~2013.

³⁾ Emissions in Mexico in 2011~2012 are calculated based on emissions in 2010 and those in 2013.

Table 4. 2030 BAU emissions and NDC of OECD member countries (OECD, 2016)

Emissions [MtCO ₂ -eq]	BAU in 2030 (forecasted)	Goal in 2030 (NDC)	Reduction rate [%] {(BAU)-(Goal)} / (BAU)	Ranking (Reduction rate)
Australia	477.8	427.0	-10.6	10
Canada	749.6	523.6	-30.1	5
Chile	152.7	177.2	16.0	14
EU	3,288.0	3,174.8	-3.4	12
Iceland	18.0	9.1	-49.6	2
Israel	92.5	84.9	-8.2	11
Japan	1,315.6	993.7	-24.5	6
Mexico	663.4	517.0	-22.1	7
New Zealand	65.2	32.8	-49.7	1
Norway	25.1	24.9	-0.8	13
Republic of Korea	850.6	535.9	-37.0	4

Table 4. Continued

Emissions [MtCO ₂ -eq]	BAU in 2030 (forecasted)	Goal in 2030 (NDC)	Reduction Rate [%] $\{(BAU)-(Goal)\} / (BAU)$	Ranking (Reduction Rate)
Switzerland	42.2	26.2	-37.9	3
Turkey	765.9	605.1	-21.0	8
United States of America	5,279.9	4,425.7	-16.2	9

있다(Climate Action Tracker, 2016).

4.2.2 국가별 누적배출량 비교 및 분석

앞서 2030년 BAU 배출량과 NDC에 제시한 목표 배출량을 비교하였다. 이와 더불어 NDC 목표의 이행에 따라 2030년까지 감축될 수 있는 온실가스 배출량의 누적분을 분석함으로써 전 지구적인 온실가스의 배출현황 및 감축량을 더욱 정확히 파악할 수 있다. 먼저, OECD 국가의 NDC 제출 이전인 1990년부터 2014년까지 누적 온실가스 배출량을 비교하였다. 미국, EU, 일본의 온실가스 배출량이 전체 배출량의 약 79%를 차지하였다. 누적 온실가스 배출량을 보면 미국, EU, 일본 등 선진국의 온실가스 감축에 대한 책임감이 타 국가 대비 크다는 것을 파악할 수 있다(Fig. 1).

2015~2030년까지의 INDC 시나리오에 의한 감축량을 분석해 보면 온실가스 배출 비중이 가장 큰 미국의 감축량이 8,025.1 MtCO₂-eq로 가장 크다. INDC 목표 기준을 인구당 배

출량으로 설정한 이스라엘, GDP 당 배출량으로 설정한 칠레의 경우는 2030년 배출 전망치가 INDC 시나리오에 의한 감축량보다 오히려 낮은 것으로 예상되었다. 우리나라의 경우는 감축량은 3,063.1 MtCO₂-eq로 분석 대상 중 2번째로 감축량이 높은 것으로 확인되었다. 2015~2030 전망치 대비 INDC 시나리오에 의한 감축 비율을 비교해 보면 뉴질랜드가 28%로 가장 높은 감축비율을 나타냈으며, 우리나라의 경우는 22.41%로 2번째로 높은 감축비율을 나타냈다(Table 5).

4.2.3 OECD 국가의 온실가스 집약도 비교

온실가스 집약도는 GDP 대비 온실가스 배출량이다. 온실가스 집약도를 기준으로 NDC를 제출한 국가는 OECD 국가 중 칠레가 유일하다. OECD 국가의 1990~2014년까지의 연평균 GDP 증감률 중 칠레의 연평균 GDP 증감률(1990~2014년)이 7.92%로 가장 높게 나타났다(OECD, 2016). 칠레와 같이 높은 경제성장으로 인해 GDP 변화의 폭이 큰 경우, 온실가스 배출 총량 또한 크게 변할 것으로 예상된다. 이러한 경우 GDP 대비 온실가스 배출량, 즉 온실가스 집약도를 기준으로 목표를 설정하는 것이 절대량 기준으로 목표를 설정하는 경우에 비해 실현 가능성이 높을 수 있다.

2014년 기준, 온실가스 집약도는 아이슬랜드가 1.143 tCO₂-eq/GDP(US dollar)로 가장 높고, 노르웨이가 0.082 tCO₂-eq/GDP(US dollar)로 가장 낮은 것으로 확인되었다. 칠레의 2014년 온실가스 집약도는 0.132 tCO₂-eq/GDP(US dollar)로 14개의 분석 대상 중 12번째이다. OECD 국가 전체의 평균 온실가스 집약도가 평균 0.349 tCO₂-eq/GDP(US dollar)임을 고려할 때, 칠레의 경우 평균의 약 37.8%로 상당히 낮은 수준이다(Table 6). 2030년 NDC 목표 달성시 OECD 국가의 온실가스 집약도를 비교한 결과, 아이슬랜드가 0.363 tCO₂-eq/GDP(US dollar)으로 가장 높았다. 반면에 스위스와 터키가 0.022 tCO₂-eq/GDP(US dollar)로 가장 낮게 나타났다. 칠레의 경우는 NDC 목표 0.138 tCO₂-eq/GDP(US dollar)(2007년 온실가스 집약도의 30% 감축)을 달성할 경우 2030년에 OECD 국가 중 온실가스 집약도가 7위이다. 이는 2014년 12위였을 때보다 상대

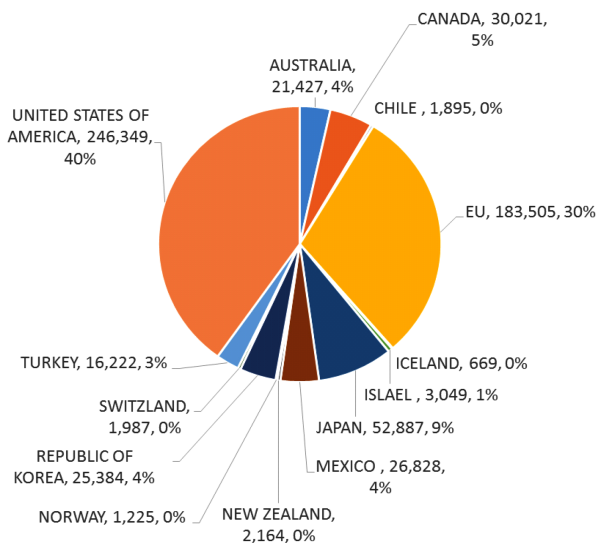


Fig. 1. Total greenhouse gas emissions of OECD member countries from 1990 to 2014 in MtCO₂-eq (OECD, 2016).

Table 5. Total greenhouse gas emissions of OECD member countries from 2015 to 2030 (OECD, 2016)

Emissions [MtCO ₂ -eq]	Total emissions from 2015 to 2030		Reduction	Reduction rate [%]	Ranking (Reduction rate)
	BAU	NDC	(BAU)-(NDC)	{(BAU)-(NDC)} / (BAU)	
Australia	7,993.1	7,567.4	-425.8	-5.3	11
Canada	12,398.2	10,482.0	-1,916.3	-15.5	6
Chile	1,164.7	1,893.7	728.9	62.6	14
EU	59,858.7	59,258.7	-599.9	-1.0	12
Iceland	276.4	200.7	-75.7	-27.4	2
Israel	1,375.2	1,608.8	233.6	17.0	5
Japan	20,950.4	18,214.4	-2,736.0	-13.1	7
Mexico	10,631.7	9,390.5	-1,241.2	-11.7	8
New Zealand	977.9	704.3	-273.5	-28.0	1
Norway	421.0	419.2	-1.8	-0.4	13
Republic of Korea	13,646.9	10,583.7	-3,063.1	-22.4	3
Switzerland	715.2	580.3	-134.9	-18.9	4
Turkey	9,270.0	8,200.9	-1,069.1	-11.5	9
United States of America	90,528.8	82,503.7	-8,025.1	-8.9	10
Total	243,855.0	223,199.1	-	-	

적으로 높아졌다(Table 6).

우리나라는 2014년에는 온실가스 집약도가 0.393 tCO₂-eq/GDP(US dollar)로 OECD 국가의 평균을 약간 상회하는 수준이다. NDC 목표를 달성시 2030년(BAU 대비 37% 감축)에는 0.199 tCO₂-eq/GDP(US dollar)가 되며, 이 또한 OECD 평균 0.132 tCO₂-eq/GDP(US dollar)보다 높은 수준이다(Table 6).

NDC 목표 달성을 가정한 경우의 온실가스 집약도를 계산할 때에 국가별 GDP 데이터가 필요하다. 2025년과 2030년의 GDP는 2005년에서 2014년, 총 10년간의 연평균 증가율을 이용하여 예측하였다. 그러나 과거 10년간의 평균적인 GDP 증가율이 미래에 동일하게 적용되지 않을 가능성은 매우 높다. 예를 들면, 우리나라의 경우 과거 2005년에서 2014년 평균 GDP 증가율을 연 4.33%에 달하지만, 최근 3년(2012년에서 2014년)간의 GDP 증가율은 2.26%에 그쳤다(Table 7). 따라서, 본 연구결과는 미래의 GDP 예측방법에 따라 영향을 받을 수 있다. 영국의 경제경영연구원(CEBR)에 따르면, 한국의 국내 총생산은 2015년 1조 4천 100억달러에서 2030년 3조 5천 320억 달러로 증가하여 연평균 증가율이 6.5%로 예측하였다(CEBR, 2017). 반면에, 미국 농무부(USDA)는 2030년 GDP를 1조 9000억달러로 예측하였다. 이와 같이 GDP 예측값은 기

관에 따라 다르게 예측하고 있다. 본 연구에서는 국가별 일관된 방식으로 GDP를 예측하였다.

4.2.4 OECD 국가의 탄소 집약도 비교

인위적인 온실가스 배출은 석유와 석탄 등의 화석연료를 포함하는 1차 에너지의 사용량과 직접적으로 연관된다. 1차 에너지 사용량 대비 온실가스 배출량, 즉, 탄소집약도를 OECD 국가 간에 비교하였다. 에너지 사용량을 나타내는 단위는 에너지의 종류에 따라 다르다. 따라서, 본 연구에서는 석유 환산톤을 1차 에너지 사용량의 단위로 사용하였다. 석유 환산톤은 모든 에너지에 공통적으로 적용될 수 있는 에너지단위로 석유 1톤을 연소할 때 발생하는 에너지이다. 이는 석유 1톤의 발열량 10⁷ kcal와 동일하며, 기호로 1 TOE(Ton of oil equivalent, TOE)로 나타낸다. 2030년 INDC 목표의 온실가스 배출량으로 비교 분석하면 멕시코와 일본이 3.88(tCO₂-eq/TOE)로 가장 높은 수치로 평가된다(Table 8).

탄소 집약도는 1차 에너지원의 구성 비율에 따라 차이가 난다. 본 연구에서는 2014년 기준 1차 에너지원의 비율을 이용하여 온실가스 배출량을 계산하였다. 그러나 1차 에너지원의 구성 비율은 연도에 따라 변한다. 1차 에너지란 태양열, 태

Table 6. Greenhouse gas (GHG) intensity of OECD member countries [tCO₂-eq/GDP (US dollars)] (OECD, 2016)

GHG intensity [tCO ₂ -eq/GDP]	2010	2011	2012	2013	2014	2025 ¹⁾	2030 ²⁾
Australia	0.598	0.557	0.556	0.492	0.483	0.263	0.193
Canada	0.557	0.544	0.516	0.451	0.503	0.248	0.174
Chile	0.135	0.129	0.131	0.140	0.145	0.156	0.138
EU	0.281	0.261	0.256	0.244	0.234	0.127	0.096
Iceland	1.351	1.297	1.271	1.186	1.143	0.541	0.363
Israel	0.347	0.327	0.331	0.290	0.285	0.177	0.142
Japan	0.286	0.293	0.289	0.288	0.280	0.185	0.151
Mexico	0.432	0.381	0.349	0.332	0.306	0.133	0.090
New Zealand	0.366	0.354	0.378	0.337	0.335	0.137	0.087
Norway	0.102	0.087	0.085	0.080	0.082	0.043	0.031
Republic of Korea	0.397	0.404	0.393	0.392	0.392	0.246	0.199
Switzerland	0.131	0.113	0.108	0.105	0.097	0.036	0.022
Turkey	0.297	0.279	0.286	0.261	0.259	0.036	0.022
United States of America	0.416	0.394	0.365	0.362	0.352	0.191	0.142
Average	0.407	0.387	0.379	0.354	0.349	0.180	0.132

^{1), 2)} GHG intensity in 2025 and in 2030 is calculated based on NDC.

양광, 수력 및 지열에너지 등의 신재생에너지를 비롯하여 석탄, 석유 및 천연가스 등의 화석에너지, 그리고 원자력 에너지 등을 포함한다. 이러한 1차 에너지는 에너지원의 종류에 따라 온실가스 배출량의 차이가 크다. 따라서, 향후 1차 에너지원의 연료원별 비율이 차이가 날 경우, 1차 에너지 공급량 당 온실가스 배출량 또한 크게 차이가 날 수 있다. 전 세계는 신재생에너지를 포함한 청정에너지 사업을 적극적으로 추진하고 있으며, 이미 선진국을 중심으로 신재생에너지가 1차 에너지 공급의 많은 부분을 차지하고 있다. 따라서, 1차 에너지 공급량 대비 온실가스 배출량의 변화를 분석하기 위해서는 1차 에너지원별 비율의 변화를 고려하는 것이 바람직하다. 그러나 본 연구에서는 향후 1차 에너지원의 비율의 변화를 고려하지 않았다. 따라서 향후 1차 에너지원의 비율이 변할 경우, 1차 에너지 공급량 대비 온실가스 배출량은 차이가 날 수 있다.

본 연구의 또다른 한계점으로는 2015년 이후의 1차 에너지 공급량을 예측하는 데에 2005년에서 2014년, 총 10년간의 평균적인 1차 에너지 공급량의 증가율을 이용하였다는 점이다. 그러나 과거 10년간의 1차 에너지 공급량의 증가율과 최근 5년간(2010년~2014년) 또는 최근 3년간(2012년~2014년)의 변화를 비교해 볼 때 증가율에 차이가 존재한다(Table 9). 이

러한 결과는 본 연구에서 예측한 2015년 이후의 1차 에너지 공급량 대비 온실가스 배출량에 불확실성이 존재함을 의미한다. 본 연구결과의 정확도를 증진하기 위해서는 향후 1차 에너지의 연료원별 비율 및 공급 총량에 대한 정확한 예측을 위한 추가적인 연구가 진행되어야 할 것이다.

4.2.5 OECD 국가의 인구당 온실가스 배출량 비교

인위적인 온실가스의 배출원인의 인간의 활동에 기인한다. 따라서 인구 증가는 인위적인 온실가스 증가의 가장 중요한 요인이다. 따라서, 국가별 인구가 다르기 때문에 배출량을 인구 수로 표준화하여 표현할 경우, 온실가스 배출 현황을 정확히 파악할 수 있다. OECD 국가 중 이스라엘만 인구 밀도당 온실가스 감축목표로 NDC를 제시하였다. OECD 국가 중 이스라엘의 연간 인구 증가율(1990~2014년)이 2.39%로 가장 높다. 이러한 경우, 인구증가에 따른 온실가스 배출량의 증가를 고려하기 위해서는 인구밀도 당 온실가스 배출량의 변화를 기준으로 NDC를 제출하는 것이 바람직하다.

이스라엘의 2014년 인구당 온실가스 배출량은 9.6 tCO₂-eq로 14개의 OECD 국가 중 8번째로 높은 수준이다. OECD 국가의 인구당 온실가스 배출량의 평균인 13.81 tCO₂-eq/Capita

Table 7. Average GDP increase rate in each period (OECD, 2016)

	Average GDP increase rate (%)		
	2012~2014	2010~2014	2005~2014
Australia	5.37	3.98	4.97
Canada	4.33	4.01	4.01
Chile	2.81	6.09	7.68
EU	2.81	2.83	3.59
Iceland	5.61	4.06	3.51
Israel	4.57	5.87	4.92
Japan	1.07	1.86	2.18
Mexico	4.58	5.84	6.30
New Zealand	7.85	5.67	5.17
Norway	1.41	4.09	5.46
Republic of Korea	2.26	2.86	4.33
Switzerland	3.48	5.17	5.86
Turkey	4.31	6.52	8.18
United States of America	3.77	3.84	3.55

보다는 낮다(Table 10). 분석 대상 국가 중에서 인구가 가장 적은 아이슬랜드가 2014년 인구당 온실가스 배출량 50.29 tCO₂-eq/Capita로 가장 높았다. EU는 2.90 tCO₂-eq/Capita로 가장 낮았다(Table 10).

2030년 OECD 국가의 NDC 목표 달성시 2030년 예상 인구를 기준으로 인구당 온실가스 배출량을 비교한 결과, 아이슬랜드가 23.16 tCO₂-eq/Capita(감축률 46%)로 여전히 가장 높게 나타났으며, 스위스가 2.68 tCO₂-eq/Capita로 가장 낮게 나타났다(Table 10). 이스라엘의 경우는 INDC 목표 7.66 tCO₂-eq/Capita(2005년 인구당 온실가스 배출량의 26% 감축)를 달성할 경우, 분석 대상 8번째로 2014년과 동일한 수준으로 분석되었다. 우리나라의 경우, 2014년에는 13.14 tCO₂-eq/Capita로 OECD 국가의 평균 수준으로 나타났으나, 2030년(BAU 대비 37%감축)에는 12.18 tCO₂-eq/Capita으로 OECD 평균 9.05 tCO₂-eq보다 32.9% 높은 수준으로 분석되었다.

본 연구에서는 2005년에서 2014년, 총 10년간의 연평균 인구증가율을 이용하여 2015년 이후의 인구를 예측하였다. 그러나 미래의 인구에 영향을 미치는 요인은 다양하며, 과거 10년간의 평균적인 인구증가율은 미래에 동일하게 적용되지 않을 가능성이 높다. 특히 과거 개발도상국에서 선진국으로 발돋움하고 있는 멕시코 등의 경우, 인구증가율이 둔화되는 경향이 나타나기도 한다(Table 11). OECD 국가의 경우, 2005

Table 8. Carbon intensity of OECD member countries [tCO₂-eq/TOE] (OECD, 2016)

Carbon intensity [tCO ₂ -eq/TOE]	2010	2011	2012	2013	2014	2025 ¹⁾	2030 ²⁾
Australia	4.37	4.24	4.30	4.22	4.20	3.50	3.22
Canada	2.88	2.87	2.83	2.59	2.88	2.63	2.53
Chile	1.36	1.32	1.26	1.27	1.44	1.62	1.72
EU	2.74	2.75	2.76	2.75	2.75	2.65	2.60
Iceland	3.07	2.83	2.91	2.79	2.81	1.46	1.09
Israel	3.30	3.36	3.46	3.38	3.48	3.23	3.12
Japan	2.48	2.79	2.92	2.96	2.95	3.56	3.88
Mexico	4.29	3.93	3.62	3.47	3.55	3.56	3.88
New Zealand	2.71	2.78	2.86	2.86	2.76	2.52	2.41
Norway	0.87	0.97	0.94	0.84	0.97	0.82	0.77
Republic of Korea	2.40	2.42	2.41	2.45	2.47	2.56	2.60
Switzerland	2.00	1.92	1.94	1.90	1.91	1.83	1.80
Turkey	3.27	3.23	3.36	3.26	3.36	3.30	3.27
United States of America	2.81	2.79	2.74	2.77	2.76	2.61	2.54

Table 8. Continued

Carbon intensity [tCO ₂ -eq/TOE]	2010	2011	2012	2013	2014	2025 ¹⁾	2030 ²⁾
Average	2.75	2.73	2.74	2.68	2.73	2.56	2.53

^{1), 2)} Carbon intensity in 2025 and in 2030 is calculated based on NDC.

Table 9. Annual increase of primary energy supply of OECD member countries (OECD, 2016)

	Annual increase of primary energy supply (%)		
	2012~2014	2010~2014	2005~2014
Australia	-0.60	-0.47	1.06
Canada	2.10	1.39	0.36
Chile	-1.50	4.01	2.75
EU	-2.47	-2.41	-1.32
Iceland	1.93	2.06	6.70
Israel	-3.29	-0.53	1.68
Japan	-1.08	-2.98	-1.64
Mexico	-0.98	1.84	1.18
New Zealand	3.45	2.84	1.72
Norway	-1.51	-4.04	0.82
Republic of Korea	0.93	1.79	2.57
Switzerland	-1.08	-1.10	-0.40
Turkey	1.39	3.32	4.18
United States of America	1.36	0.01	-0.40

년에서 2014년의 평균적인 인구증가율과 2010년에서 2014년의 평균적인 인구증가율, 그리고 2012년에서 2014년의 평균적인 인구증가율이 차이가 나는 것을 볼 수 있다(Table 11). 따라서, 실제 인구증가율과 본 연구에서 예측한 증가율의 차이에 따라 인구당 온실가스 배출량의 예측값은 영향을 받을 수 있다.

우리나라 통계청이 발표한 장래인구추계에 의하면 2015년에서 2030년까지의 인구증가율은 평균 0.265%로, 이는 2014년 이전의 증가율에 비해 낮다(KOSTAT, 2017). 이러한 오차는 우리나라를 포함하여 다른 국가의 인구를 예측하는 과정에서 동일하게 발생하였다. 따라서, 결과의 정확도를 높이기 위해서는 우리나라의 경우, 장래인구추계를 따라야 하지만, 본 연구에서 분석한 모든 국가의 인구예측값을 조사하는 데에 한계가 있어 본 연구에서는 일관된 방법으로 장래 인구를 예측하였다.

5. 토의 및 결론

2015년 12월 프랑스 파리에서 개최된 제 21차 기후변화협약 당사국 총회에서는 기후변화 대응을 위해 전 세계가 동참하여야 함을 의미하는 파리 협약이 합의되었다. 이에 앞서 우리나라 또한 2030년까지 BAU 온실가스 배출량 대비 37%를

Table 10. Greenhouse gas emissions per capita of OECD member countries [tCO₂-eq/Capita] (OECD, 2016)

GHG/capita [tCO ₂ -eq/Capita]	2010	2011	2012	2013	2014	2025 ¹⁾	2030 ²⁾
Australia	25.26	24.32	23.95	23.04	22.35	16.26	13.98
Canada	22.30	22.60	21.76	19.96	22.63	15.29	12.42
Chile	2.44	2.56	2.67	2.78	2.90	6.88	8.37
EU	9.37	9.04	8.98	8.81	8.47	6.88	6.11
Iceland	52.16	51.31	51.19	50.67	50.29	30.74	23.16
Israel	10.03	10.01	10.61	9.69	9.61	8.23	7.66
Japan	9.65	10.06	10.33	10.55	10.23	8.60	7.85
Mexico	6.55	6.23	5.92	5.62	5.56	3.99	3.40
New Zealand	11.42	11.58	12.46	12.44	12.57	8.40	6.57

Table 10. Continued

GHG/capita [tCO ₂ -eq/Capita]	2010	2011	2012	2013	2014	2025 ¹⁾	2030 ²⁾
Norway	6.01	5.44	5.54	5.36	5.40	4.43	4.05
Republic of Korea	12.11	12.64	12.67	12.83	13.14	12.49	12.18
Switzerland	6.68	6.14	6.21	6.23	5.79	3.55	2.68
Turkey	4.76	4.94	5.28	5.00	5.30	6.13	6.40
United States of America	20.10	19.58	18.76	19.09	19.16	13.93	11.81
Average	14.20	14.03	14.02	13.72	13.81	10.41	9.05

^{1), 2)} Greenhouse gas emissions per capita in 2025 and in 2030 is calculated based on NDC.

Table 11. Population growth rate of OECD member countries in each period (OECD, 2016)

	Population growth rate (%)		
	2012~2014	2010~2014	2005~2014
Australia	1.66	1.62	1.66
Canada	0.94	1.02	1.07
Chile	1.07	1.09	1.08
EU	0.21	0.22	0.29
Iceland	1.03	0.73	1.13
Israel	1.88	1.87	1.89
Japan	-0.10	-0.16	-0.03
Mexico	1.13	1.17	1.51
New Zealand	1.15	0.90	0.99
Norway	1.17	1.24	1.13
Republic of Korea	0.42	0.51	0.49
Switzerland	1.43	1.25	1.08
Turkey	1.14	1.26	1.30
United States of America	0.75	0.76	0.86

감축한다는 목표를 전 세계에 공표하였다. 이러한 목표의 발표 이후 국내 일부 산업계에서는 이러한 목표가 너무 과대하여 산업계에 부담을 줄 수 있다는 입장이었다. 그러나 환경관련 단체 및 연구기관에서는 2009년 발표한 2020년 BAU 대비 30% 감축이라는 목표보다 후퇴된 목표라는 의견을 피력하였다. 이에 본 연구에서는 우리나라의 온실가스 감축목표가 전 지구적인 기후변화 대응에 긍정적인 기여를 하는 데에 기여

할 수 있는 목표인지를 판단하기 위해 다른 국가의 온실가스 감축목표와 비교해 보았다. 이를 위해 다섯 가지 방식으로 온실가스 감축목표를 비교하였다.

첫 번째, NCD를 제출하기 이전인 2015년 이전의 국가 온실가스 배출량을 비교하였다. 두 번째, NDC 목표를 달성하였다는 것을 가정할 경우 2030년의 배출량을 비교하였다. 세 번째, NDC 목표를 달성하였다는 것을 가정할 경우 온실가스 집약도를 비교하였다. 네 번째, NDC 목표를 달성하였다는 것을 가정할 경우 탄소 집약도를 비교하였다. 그리고 마지막으로 다섯 번째에는 NDC 목표를 달성하였다는 것을 가정한 경우의 인구수 대비 온실가스 배출량을 비교하였다. 온실가스 배출 절대량을 기준의 비교에서 우리나라는 2030년 배출 전망치의 37% 감축으로 감축목표가 4번째로 높게 설정되었다(Table 12). NDC 목표 달성 시 1990년에서 2030년의 누적 배출량 감축률은 12.1%로 OECD 국가 중에서 2번째로 높은 수준이며, 2015년에서 2030년까지의 누적 배출량 감축률은 22.4%로 OECD 국가 중에서 3번째로 높게 나타났다(Table 12).

이와 더불어 NDC에 제시한 목표를 달성하였을 경우, 2030년의 인구당 온실가스 배출량, 온실가스 집약도, 그리고 탄소 집약도도 분석하였다(Table 13). 분석결과, 인구당 온실가스 배출량은 12.18 tCO₂-eq/Capita로 전체 OECD 국가 중 10번째로 온실가스 배출량이 낮았다. 즉, 상대적으로 인구당 온실가스 배출량은 높은 것으로 나타났다. 온실가스 집약도는 0.199 CO₂-eq/GDP로 12번째로 낮았으며 탄소집약도는 2.60 tCO₂-eq/TOE로 9번째로 낮았다(Table 13).

이러한 결과는 우리나라의 경우 온실가스 감축목표가 배출 절대량을 기준을 볼 때에는 OECD 국가 중에서 상대적으로 높은 수준으로 보여진다. 그러나 우리나라가 제시한 NDC의 목표를 달성하더라도, 인구당 온실가스 배출량, 온실가스 집약도 및 탄소 집약도는 OECD 국가와 비교해 볼 때 상당히 높

Table 12. Greenhouse gas emission reduction rate of OECD member countries

Reduction rate in 2030 [%] {BAU(2030)-NDC(2030)} / BAU(2030)		Reduction rate of total emissions between 2015 and 2030 [%] {BAU(2015~2030)-NDC(2015~2030)} / BAU(2015~2030)	
New Zealand	-49.64	New Zealand	-28.0
Iceland	-49.58	Iceland	-27.4
Switzerland	-37.9	Republic of Korea	-22.4
Republic of Korea	-37.0	Switzerland	-18.9
Canada	-30.2	Canada	-15.5
Japan	-24.5	Japan	-13.1
Mexico	-22.1	Mexico	-11.7
Turkey	-21.0	Turkey	-11.5
United States of America	-18.2	United States of America	-8.9
Australia	-10.6	Australia	-5.3
Israel	-8.2	EU	-1.0
EU	-3.4	Norway	-0.4
Norway	-1.0	Israel	17.0
Chile	85.2	Chile	62.6

Table 13. GHG emissions per capita, GHG intensity and carbon intensity of OECD member countries in 2030 based on NDC

GHG emissions per capita [tCO ₂ -eq/Capita]		GHG intensity [tCO ₂ -eq/GDP(in US dollars)]		Carbon intensity [tCO ₂ -eq/TOE]	
Switzerland	2.68	Switzerland	0.022	Norway	0.77
Mexico	3.40	Turkey	0.022	Iceland	1.09
Norway	4.05	Norway	0.031	Chile	1.72
EU	6.08	New Zealand	0.087	Switzerland	1.80
New Zealand	6.30	Mexico	0.090	New Zealand	2.41
Turkey	6.40	EU	0.096	Canada	2.53
Israel	7.66	Chile	0.138	United States of America	2.54
Japan	7.85	Israel	0.142	EU	2.60
Chile	8.37	United States of America	0.142	Republic of Korea	2.60
United States of America	11.81	Japan	0.151	Israel	3.12
Republic of Korea	12.18	Canada	0.174	Australia	3.22
Canada	12.42	Australia	0.193	Turkey	3.27
Australia	13.98	Republic of Korea	0.199	Mexico	3.88
Iceland	23.16	Iceland	0.363	Japan	3.88

다. 이는 우리나라가 배출 강도면에서 상대적으로 감축목표가 낮음을 의미한다. 그러나 우리나라의 산업계에서는 NDC에 제시된 목표를 달성하기 위해서는 산업계에 큰 부담이 될 수 있어 우리나라의 경제와 산업의 발전이 둔화될 수 있다는 우려를 강력히 표현한 바 있다.

우리나라는 에너지 집약 산업을 중심으로 발전을 해 왔고, 1차 에너지 소비량의 많은 부분을 화석연료에 의존함에 따라 산업부문의 온실가스 감축을 통해 국가 온실가스 감축목표의 많은 부분을 달성하려는 정책을 시행해 왔었다. 그러나 2013년 우리나라의 부문별 온실가스 배출량에 대한 통계는 비 산업부문의 온실가스 배출량이 전체 온실가스 배출량의 60%를 넘는 수준이다. 이는 시민 개개인의 온실가스 감축을 위한 자발적인 행동의 변화 등을 통해 온실가스를 감축할 수 있는 여지가 많다는 것을 의미하는 동시에, 산업계에 큰 부담을 지우지 않고 비 산업부문의 적극적인 온실가스 감축을 위한 실천이 국가 온실가스 감축목표를 달성하는 데에 크게 기여할 수 있다는 것을 의미한다. 따라서, 기존에 제시한 NDC에 더하여 온실가스 배출량을 감축하는 의지와 실천이 지속적으로 필요함을 의미하며, 이러한 시민 행동의 변화를 유도하여 기후변화 감축에 전 국민이 동참할 수 있도록 국가는 시민의 기후변화에 대한 인식 전환 및 실천을 효과적으로 유도하기 위한 정책을 수립하는 것이 바람직하다. 이를 통해 전 지구적인 목표인 지구의 온도상승을 2°C로 억제하는데 적극 기여할 필요가 있다.

본 연구결과는 향후 우리나라의 부문별 온실가스 감축정책을 수립하는 데에 기초자료로 활용될 수 있다. 본 연구에서는 OECD 국가의 2030년까지의 인구수, GDP 및 1차 에너지 사용량 데이터를 2005년에서 2014년의 10년간의 데이터를 활용하여 예측하였다. 미래의 데이터는 여러 가정에 따라 다르게 예측될 수 있고, 또한 예측을 위한 통계적인 분석방법에 따라 결과가 큰 차이를 보일 수 있다. 따라서, 본 연구와 유사한 방식으로 수행된 연구의 결과가 본 논문의 결과 값과 차이를 보일 수 있다는 점은 본 논문의 한계점이다. 다양한 예측방법이 연구결과에 미치는 영향에 대한 정량적인 분석연구를 추후 진행할 계획이다.

REFERENCES

- Bae S. 2016. Paris agreement was achieved. *Electric Power* 1:56-59.
- CEBR. 2017. Leading Economic Forecast and Analysis, Center for Economic and Business Research. Available at <https://cebr.com>
- Cho M. 2013. Greenhouse gas reduction measures effect on residential sector in city of Siheung using LEAP model. Master Thesis, Sejong University, Korea. (In Korean with English abstract).
- Choi H. 2015. Drawbacks of post-2020 greenhouse gas emission reduction goal: Evaluating Korea's INDC. Issue Brief 11:1-20.
- Climate Action Tracker. 2016. Assessment of Contributions on the Way to Paris. Available at <http://climateactiontracker.org>
- Ikenberry G, Mo J, Jongryn M. 2013. Asia today: The rise of Korean leadership - emerging powers and liberal international order. Palgrave Macmillan, USA.
- IPCC. 2015. The fifth assessment report (AR5) of the United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). The International Panel on Climate Change.
- Kang S. 2010. Analysis on productivity and efficiency of research and development in OECD. Master Thesis, Seoul National University of Science and Technology, Korea. (In Korean with English abstract).
- KCRC. 2012. Global warming: Cause and solution. Korea Carbon Capture and Sequestration R&D Center.
- KIER. 2015. Global energy trend (III): Japan, China and Korea. *Energy Technology and Policy Focus* 9(5):22-35.
- Kim K. 2016a. Paris agreement and Korea's way to go. *Science & Technology Policy (Featured Policy)* 1:22-27.
- Kim S. 2016b. A study on the historical significance and the limits of the Paris agreement. *Ajou Law Research* 9(3): 225-249. (In Korean with English abstract).
- KOSTAT. 2017. Prediction of Future Population and Household Numbers. Available at <http://kostat.go.kr>
- Lee G. 1997a. Study on influence which OECD entrance brings to domestic bank industry and its countermeasure. Master Thesis, Sung-sil University, Korea. (In Korean with English abstract).
- Lee H. 1997b. Study on the business strategies of banks following Korea's OECD entry. Master Thesis, Dong-A University, Korea. (In Korean with English abstract).
- Lee D. 2016. An analysis of climate governance in establishing an INDC in Korea: Comparison with the case of New Zealand. Master Thesis, Seoul National University,

- Korea. (In Korean with English abstract).
- Lim C. 2001. The status and prospects of the debate upon the global warming and nuclear power. Proceedings of the Korean Nuclear Society Spring Meeting, Cheju, Korea.
- Lim C, Kim S. 2002. The status and prospects of the debate upon the nuclear power in the climate change - Focused on the result of COP7. Proceedings of the Korean Nuclear Society Spring Meeting Cheju, Korea.
- ME. 2014. Roadmap for greenhouse gas emission goal. Ministry of Environment, Korea.
- ME. 2015a. 2030 Greenhouse gas emission goal is 37% reduction of 2030 BAU emissions. Ministry of Environment, Korea.
- ME. 2015b. A plan for establishing post-2020 greenhouse gas emission goal. Ministry of Environment, Korea.
- MFA. 2015. Climate change. Ministry of Foreign Affairs, Korea.
- MOTIE, KEEL. 2001. Changes in economy is expected: Climate change agreement and Tokyo protocol. Ministry of Trade Industry and Energy & Korea Energy Economics Institute, Korea.
- MOTIE, KEA. 2005. Climate change agreement, Ministry of Trade Industry and Energy & Korea Energy Agency. Korea.
- OECD. 2016. Organization for Economic Co-operation and Development. Available at <http://www.oecd.org>
- Park J. 2015. United Nations climate change conference was held on Paris to mitigate climate change. Ministry of Environment, Korea.
- Schemmel JP. 2016. From INDC to NDC: The Paris outcome and the way ahead. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety. Available at <http://ccap.org/assets/Schemmel-I-INDC-after-Paris.pdf>
- United Nations. 2015. Report of the conference of the parties on its twentieth session, held in Lima from 1 to 14 December 2014. Decision 1/CP.20, FCCC/CP/2014/10/Add.1. Conference of the Parties, United Nations Framework Convention on Climate Change.
- UNFCCC. 2016a. Aggregate effect of the intended nationally determined contributions: An update. Synthesis Report by the Secretariat. United Nations Framework Convention on Climate Change.
- UNFCCC. 2016b. INDCs as communicated by parties. United Nations Framework Convention on Climate Change. Available at <http://www4.unfccc.int/Submissions/INDC/Submission%20Pages/submissions.aspx>
- USDA. 2017. US Department of Agriculture. Available at <https://www.usds.gov>
- Won D. 2015. Analysis of national greenhouse gas emission reduction plan for mitigating climate change after 2020. KEMRI Electricity and Economy Review (Special Report). 1-7.