

신기후변화 체제 하 주요국 INDC 및 국가여건 분석[†]

김길환*·이지웅**

요약 : 2020년 이후 국제사회의 기후변화 대응을 규정하는 파리협정의 핵심은 각 국가가 제출한 INDC이다. 본 연구는 주요 선진·개도국(EU, 미국, 일본, 중국, 인도)과 우리나라의 INDC를 개관하고, 각국의 감축공약 설정에 영향을 주고 있는 해당 국가의 산업구조 현황, 연료별 발전 현황, 부문별 온실가스 배출현황을 중심으로 각 국가여건을 분석한다. 그리고 이를 바탕으로 향후 기후변화 협상에서 우리나라의 대응 전략을 다음과 같이 제시한다. 첫째, 우리나라는 선진국의 INDC 관련 정보 목록의 확대 요구에 보조를 맞추며, 둘째, 국제사회의 동의를 얻어낼 수 있는 우리나라에 유리한 특수한 차별화 요소를 발굴하고, 셋째, INDC의 주기적 갱신에 대비한 범정부적 기구를 만들어야 한다.

주제어 : UN기후변화협약, 파리협정, 감축공약

JEL 분류 : Q54, Q58

접수일(2017년 4월 18일), 수정일(2017년 8월 16일), 게재확정일(2017년 8월 25일)

[†] 본 연구는 에너지경제연구원에서 수행한 2015년 산업통상자원부 수탁과제 '신기후변화체제 감축공약(INDCs)에 대한 협상쟁점 분석 및 주요국 감축공약의 여건과 국가경쟁력 연구'의 일부 내용을 발췌하여 대폭 수정·보완한 논문임을 밝힌다.

* 계명대학교 경영학부, 조교수, 주저자(e-mail: gilwhan@kmu.ac.kr)

** 부경대학교 경제학부, 조교수, 교신저자(e-mail: j.lee@pknu.ac.kr)

Analyzing the INDCs and National Circumstances of Major Countries Under the New Climate Change Regime[†]

Gilwhan Kim* · Jiwoong Lee**

ABSTRACT : The pillar of the Paris Agreement, which will define the efforts of the international community against climate change since 2020, is the INDCs submitted by each country. In this study, the INDCs of the major industrial and developing countries (EU, USA, Japan, China, India) and South Korea are reviewed and national circumstances are analyzed based on the status of industrial structure, power mix and GHG emissions. We will also present South Korea's strategies in future climate change negotiations. South Korea should ; find out the special differentiating factors favorable to Korea with which the international community can agree; and establish an interagency working group to prepare for the periodical renewal of the INDC.

Keywords : UNFCCC, Paris Agreement, INDC

Received: April 18, 2017. Revised: August 16, 2017. Accepted: August 25, 2017.

[†] This work is partly based on the 2015 KEEI policy paper 'Analysis on Main Issues and Competitive Impacts of INDCs under the New Climate Regime' supported by the Ministry of Trade, Industry and Energy.

* Assistant Professor, Faculty of Business Administration, Keimyung University, Main author
(e-mail: gilwhan@kmu.ac.kr)

** Assistant Professor, Division of Economics, Pukyong National University, Corresponding-author
(e-mail: j.lee@pknu.ac.kr)

I. 서론

2020년 이후 국제사회의 기후변화 대응을 규정할 신기후체제에 대한 협상은 2011년 터반의 제17차 UN기후변화협약당사국총회(이하 당사국총회)에서 시작되어 2015년 12월 제21차 당사국총회에서 ‘파리협정’(Paris Agreement)을 채택함으로써 일단락을 지었다. 그리고 협약의 발효조건(전 세계 온실가스 배출량의 55%를 배출하는 최소 55개 국 이상 국가 비준)을 2016년 10월 5일 만족하게 됨에 따라 30일 이후인 11월 4일부터 공식적으로 효력을 지니게 되었다.

파리협정은 협상과정에서 여러 번의 중요한 계기가 있었다. 그 중의 하나가 바로 ‘국별 기여방안/감축공약’(Intended Nationally Determined Contributions, 이하 INDC)¹⁾에 대한 논의와 이에 대한 합의이다. 2013년 바르샤바에서 개최된 제19차 당사국총회에서 2020년 이후 신기후체제하에서의 온실가스 감축공약이 “국가 스스로 결정(nationally determined)”하는 형태를 갖기로 합의하였다. 그리고 준비된 국가는 2015년 3월까지, 여타 국가는 2015년 초반까지 INDC를 제출토록 요청하였다.

또한 2014년 리마에서 개최된 제20차 기후변화협약 당사국총회에서는 감축공약과 함께 제출해야 하는 정보의 목록을 확정하였다. 이러한 정보를 제출하는 목적은 감축공약의 명확성, 투명성, 이해도 증진을 위한 것으로서, 감축공약의 기준년도, 계획기간, 적용범위, 목표수립 계획절차, 온실가스 배출 추정 시의 가정 및 방법론, 국가별 여건 등에 대해 제출하도록 하였다. 이에 따라 2015년 제21차 당사국총회 전까지 총 183개 국가가 관련 정보를 포함한 INDC를 제출하였다. 그리고 2016년 4월 22일 미국 뉴욕 UN 본부에서 개최된 파리협정에 대한 서명식에 174개 국가가 참석하여 서명하였다.

본 연구는 이러한 과정을 거쳐 확정된 신기후체제에서 가장 중요한 요소인 INDC를 분석대상으로 한다. 주요국의 감축공약과 이에 수반되어 제출된 정보를 개관하고, 각국의 감축공약 설정에 영향을 주고 있는 해당국가의 국가여건(National Circumstances)을

1) INDC는 흔히 ‘국별 기여방안’, ‘국가 자발적 감축목표’ 혹은 ‘감축공약’ 등으로 번역된다. INDC는 감축 이외에도 적응 등 다른 요소를 포함하기 때문에 감축 측면으로만 한정하여 번역하는 것은 오해의 소지가 있으나, 본 연구의 분석 대상은 INDC 상의 감축 부분이므로 ‘감축공약’으로 번역하기로 한다. 또한 파리협정 체결 후에는 NDC가 정확한 표기이나, 아직까지 국내에서는 INDC가 일반적으로 사용되므로 본 연구에서도 그대로 사용한다.

분석하였다. 이를 통해 신기후체제 협상에 대한 우리나라의 입장을 정립하고 우리나라의 감축공약에 대한 국내외적 논의에 대한 대응방안을 제시하고자 하였다. 저자가 파악하기로, 주요국의 감축공약과 국가여건을 아울러 분석한 선행연구는 각 국가의 INDC 감축목표를 자체 추정된 배출량 전망과 비교한 Bloomberg (2015)을 제외하면 아직 없으며, 본 연구는 이러한 본격적인 첫 시도라는 데 그 의미를 찾을 수 있을 것이다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 제 II장에서는 신기후체제와 INDC의 논의 배경에 대해 개관한다. 그리고 제 III장에서는 산업구조 현황, 연료별 발전현황, 부문별 온실가스 배출현황을 중심으로 주요국(EU, 미국, 일본, 중국, 인도)과 우리나라의 INDC 관련 국가여건을 분석한 후 이를 통해 시사점을 제시한다. 마지막으로 제 IV장에서 향후 기후변화협상을 전망하고 우리나라의 대응전략을 제시하며 결론을 짓는다.

II. 신기후체제와 INDC²⁾ 논의 경과

1. 신기후체제 논의 과정

신기후체제에 대한 협상은 2011년 더반 당사국총회에서 설립된 더반플랫폼 특별작업반(ADP: Ad hoc Working Group on the Durban Platform for Enhanced Action)을 통해 진행되었다. 그리고 INDC는 신기후체제의 중요 요소로서 ADP 협상의 핵심의제였다.

ADP 협상을 전반적으로 관통하는 주제는 UN 기후변화협약 상의 원칙 적용 문제였다. 특히 선·개도국 구분의 핵심인 ‘공동의, 그러나 차별화된 책임(Common But Differentiated Responsibility, 이하 CBDR)’을 최종 합의에 구현하는 방식에 대하여 이견이 대두되었다. 개도국은 합의문 구조와 내용 전반에 해당 원칙을 명확히 반영하고자 하였으나, 선진국은 이에 반대하고 국가별 상황 차원에서만 반영할 것을 주장하였다. 나아가 미국은 UN 기후변화협약의 부속서 I·II를 폐지할 것을 주장하였다(Stern, 2013).

ADP 협상의 범위와 관련하여, 선진국은 온실가스 감축에 중점을 둔 반면 개도국은 적응과 이행수단의 제공을 강조하였다. 이러한 차이는 INDC의 범위에 대해서도 드러났

2) 이번 장에서는 논의되는 INDC는 감축 외에도 적응, 지원 등 다양한 요소를 포함하고 있는 넓은 개념이다.

는데, 선진국은 계량화 가능한 INDC (Quantifiable INDC)의 설정을 주장하였고, 개도국은 INDC 설정 시 지속가능한 발전 비전, 개발권리, 국가적 상황 등을 종합적으로 고려하여 다양한 형태의 공약(배출전망치 혹은 탄소집약도 기준 목표, 정책 및 조치, 행동 등)이 가능해야 하며 개도국에 대해 계량 가능한 감축목표를 의무화하는 것에 대해 반대하였다.

INDC 설정 시 국가여건을 반영하는 문제와 관련하여, 선진국과 개도국 모두 대체로 유사한 입장을 보였다. 그러나 개도국은 국가여건보다 선진국의 역사적 책임(Historical Responsibility)을 반영하는 것이 더 중요함을 보다 강조하였다. 동시에 군소도서 국가들은 국가여건 반영이 보다 야심찬 INDC 설정을 회피하는 이유로 작용되어선 안 된다는 입장을 표명하였다.

제18차 당사국총회(2013년, 바르샤바)에서 INDC라는 용어가 결정되고, 제19차 당사국총회(2014년, 리마)에선 INDC에 부수적으로 첨부되어야 할 정보에 대해 논의가 이루어졌다. 그러나 INDC에 대한 세부적인 사항에 대해서 논란은 지속되었다. 제출시기에 대한 합의는 상대적으로 수월하게 이루어졌는데, 당사국은 2020년 이후의 INDC를 마련하기 위한 국내적 준비절차를 개시하여 2015년 중 제출토록 요청하고, 준비된 국가의 경우 2015년 3월까지 제출하도록 요구하였다. 동시에, 감축공약은 명확하고 투명하게, 이해하기 쉬운 방식으로 제출토록 하며, 제19차 당사국총회에서 결정된 사항에 따라 감축공약과 함께 부수적 정보를 제출하도록 하였다.

INDC의 범위와 관련, INDC에 감축만을 포함시킬 것을 주장하는 선진국과 감축·적응·재정·기술·능력배양·투명성의 모든 요소를 포함할 것을 주장하는 개도국의 입장이 대립되었으며, 특히 최빈국과 아프리카 국가들은 적응을 반드시 포함해야 함을 주장하였다. 아울러 INDC에 감축은 반드시 포함하되 추가적으로 여타 요소를 포함시키는 중간적 개념도 대두되었다.

아울러 INDC의 목표연도에 대해 대부분의 국가가 2030년을 주장하였으나, 미국은 2025년을 주장하였다. INDC 상의 감축공약과 별도로 전 지구적 장기 공동목표 설정의 필요성이 대두된 바, 2050년까지 제로 배출(zero emission), 50% 감축 등 다양한 입장이 표출되었다.

감축공약 제출 이후의 평가의 필요성 및 평가절차에 대해서는 EU, 스위스 등은 2°C

목표 달성 차원에서 2030년 목표의 총합에 대한 평가 및 이를 통해 개별국가 목표의 재설정 가능성까지 언급한 반면, 미국은 개별국가 목표의 수정에 대해 반대 입장을 표명하였다.

2. ADP 협상에서 주요국 입장

ADP 협상 전반, 그리고 INDC에 대한 선진국과 개도국의 입장은 첨예하게 대립되었다. 앞서 언급한 것처럼 선진국은 ‘감축’을 주로 다룰 것을 주장한 반면, 개도국은 감축뿐 만 아니라, 적응, 그리고 기술, 재정, 능력배양 등의 지원에 대해 강조하였다.

감축 자체에 대해서도 선진국과 개도국은 상이한 입장을 보여주었다. 미국, EU 등 선진국들은 금세기 기온상승 한도를 2°C로 억제하기 위해서는 선진국만의 감축으로는 부족하며, 다배출 개도국의 온실가스 배출 감축 혹은 증가율 억제가 ADP 협정문에 반영되어야 함을 강조하였다. 반면, 중국, 인도 등 개도국들은 2°C로의 억제를 위해서는 교토 의정서 제2차 공약기간에 불참한 국가들(미국, 캐나다, 일본, 호주, 러시아 등)의 역사적 책임에 입각한 적극적 감축과 EU의 추가감축을 요구하였다. 동시에 선진국으로부터의 기술 및 재정 지원 조건 하에 감축행동이 가능하며, 기술 및 재정지원을 선진국의 공약으로 명문화할 것을 요구하였다.

1) 미국의 입장

미국은 ADP 협상의 최종 결과물이 법적 구속력 있는 핵심 조항, 감축의무를 담은 별도 문서, 기타 합의 이행 관련 COP 결정문으로 구성하되, 변화하는 환경을 담을 수 있는 유연한 구조를 가지며 핵심 조항은 단기간에 개정이 필요하지 않는 간결한 내용으로 구성할 것을 요구하였다. 또한 의욕적이고 폭넓은 참여에 도움이 되려면 유연한 체제가 구축되어야 한다는 입장을 강조하며, 각국이 자국의 상황에 맞는 감축노력을 제시하는 상향식 방식의 INDC를 강조하였다. 또한 감축목표도 스스로 목표를 정해야 이행 가능성도 향상될 것임을 강조하였다(USA, 2014).

INDC의 법적 구속력과 관련하여, INDC를 UN 기후변화협정의 일부인 부속서에 두는 것에는 반대하였다. 이와 관련하여 미국은 INDC를 협정의 부속서로 두는 경우,

INDC를 상향 조정하고자 하는 경우에도 개정이 매우 어려워진다는 논리를 제시하였다. INDC의 주기에 대해서는, 공통된 감축일정에 입각하여 감축주기를 설정한 후, 주기적으로 감축공약을 갱신할 것을 주장하고 5년 단위의 INDC 주기를 요구하였다. 동시에 INDC에 대한 공통의 검토절차를 강조하였다(USA, 2014).

2) EU의 입장

EU는 ADP 협상의 결과물이 법적 구속력 있는 문서로서 의정서 형식이 되어야 한다는 입장을 견지하며 감축공약 준수를 위한 엄밀성, 충분한 참여, 의욕성 등을 강조하였다. 아울러 개도국이 주장하는 형평성 원칙을 INDC에 적용하는 데 대해 강력히 반대하면서, INDC는 규칙에 기반한(rules-based) 체제, MRV(Monitor, Review, Verify)와 회계의 공통규칙(common rules)을 갖춘 체제, 사전적 투명성과 상응성(ex-ante clarity and comparability)을 갖춘 체제가 되어야 함을 주장하였다. 또한 INDC는 정기적으로 평가되고 조정되어야 하며, 5년 단위로 INDC에 대한 평가 및 검토가 이루어져야 한다고 강조하였다(EU, 2014).

3) 개발도상국의 입장

중국과 인도 등 개발도상국은 ADP 협상 자체가 감축, 적응, 지원 등과 관련된 이슈를 동등하게 다루어야 함을 강조하였다. 또한 개도국들은 선진국과 개도국의 의무와 행동이 명확히 차별화되어야 함을 주장하였다. 특히 중국은 INDC에 선진국은 법적 구속력 있는 정량적 국가 감축목표를 담아야 하는 반면, 개도국은 다양한 감축행동을 담을 수 있음을 주장하였다(China, 2014). 그리고 인도는 1인당 누적배출량, 1인당 GDP, 국가 전체 GDP로 볼 때 선진국이 선도적 역할을 해야 함을 강조하였다(India, 2013).

3. 파리협정 특별작업반 1차 회의

2015년 12월 파리협정이 채택된 이후, 2016년 5월 파리협정을 보다 구체화하기 위한 후속협상회의가 시작되었다. 후속협상은 APA (Ad Hoc Working Group on the Paris Agreement)라는 이름을 가진 파리협정 특별작업반을 통해 이루어진다. 2016년 5월 1차

APA 회의에서는 향후 3년간의 협상의제를 확정하였다. 특히 INDC와 관련해서는 국가 공약의 특성, 제출정보, 산정방식에 대해 협상을 진행하기로 결정하였다.

개도국들은 특성, 정보, 온실가스 산정방식의 추가지침의 모든 면에서 ‘형평성’, ‘공동의, 그러나 차별화된 책임’과 ‘국가여건’의 세 가지 원칙이 반영될 것을 요구하였다. 중국, 브라질 등은 추가 정보 및 특성에 대한 지침은 불필요하다며 추가적으로 개발되는 지침은 2차 INDC부터 적용되어야 함을 강조하였다. 반면 미국은 특성과 관련된 지침은 개괄적으로 설정하고, 정보와 관련된 지침은 상세히 규정할 것을 주장하였다. 그러나 스위스는 INDC 정보의 차별화에 반대하였다.

INDC의 특성, 정보, 온실가스 산정방식의 추가지침 개발 관련 국가 제안서의 제출 필요성에 대해 논의한 바, 대부분의 당사국들이 그 필요성을 지지하고, 회기간 워크숍, 회기내 워크숍에 대해서도 상당수 국가들이 지지하였다. 그러나 개도국들은 이러한 워크숍이 시기상조라는 입장을 견지함에 따라 결국 2016년 9월 30일까지 각국이 국가제안서를 제출하기로 결정하는 것으로 1차 APA 회의는 마무리되었다.

III. 주요국 INDC³⁾와 국가여건 분석

이번 장에서는 Post-2020 감축목표(INDC)를 제시한 주요 국가들의 국가 여건을 살펴본다. 분석대상 국가들은 국제사회의 기후변화 협상에서 주도적인 역할을 하고 있는 미국, 일본, 중국, 인도 그리고 우리나라, 총 6개 주요 선·개도국으로 한정하였고, 각국의 산업구조, 연료별 발전현황, 주요 부문별 배출현황의 세 가지 지표를 중심으로 각국의 국가여건을 분석한다.

이 세 지표를 분석의 주요 기준으로 선택한 이유는 다음과 같다. 첫째, 무엇보다 산업구조가 온실가스 배출량을 결정하는 첫 번째 요소이다.

둘째, 동일한 전력량을 사용하더라도 배출량은 각국의 자연환경에 따라 현저히 다를 수 있다. 본 연구의 분석대상에서는 제외하였지만, 뉴질랜드와 브라질의 경우 2014년 전체 발전량 중 수력발전이 차지하는 비중은 각각 70%,⁴⁾ 87%⁵⁾로서 우리나라와 비교했

3) 이번 장에서는 각국 INDC의 내용 중 감축목표를 중심으로 살펴봄으로 INDC와 감축목표를 혼용하여 논의를 진행한다.

을 때 상당한 차이가 있다. 이러한 차이에 대한 고려는 연료별 발전현황을 살펴볼 때에만 가능하다. 셋째, 대부분의 국가에서 온실가스의 대부분은 에너지 부문에서 발생하지만, 2000년 기준으로 인도는 67%, 일본은 89%를 차지하고 있는 등 발전 단계에 따라 상당한 차이를 보인다. 또한 동일한 선진국이더라도 뉴질랜드의 경우 농업부문 배출량이 2012년 기준 46%를 차지하고 있으므로 국가여건을 비교하기 위해서는 부문별 배출현황을 살펴보는 것이 필수적이다.⁶⁾

1. EU의 INDC와 여건 분석

EU는 2030년 감축목표로 1990년 대비 40% 감축수치를 발표하였다(Government of Latvia and the European Commission, 2015). 이는 교토의정서 제2차 공약기간의 목표인 1990년 대비 20% 감축목표에 비해 상당히 상향된 목표를 제시하였다고 볼 수 있다. 대략적으로 감축해야 하는 배출량은 1990년 대비 2,251MtCO₂이다.

1) 산업구조 현황

<표 1>에서 볼 수 있듯이 EU의 제조업 비중은 서비스업 비중보다 상대적으로 낮다. 2012년 기준 제조업은 16.41%를 차지하는 반면, 도소매, 숙박, 수송, 금융 중개, 부동산 및 기타서비스를 포함한 서비스업의 비중은 63.66%에 달하는 것으로 나타났다. 구체적으로 EU의 제조업 비중은 우리나라 제조업 비중(약 30%)의 절반 정도 수준이며 2012년 기준으로 22.6%의 높은 제조업 비중을 보이고 있는 독일을 제외하면 영국(10.0%), 프랑스(11.4%) 등 주요 EU 회원국의 제조업 비중은 낮은 수준을 보이고 있다.

4) <https://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=NZ&product=renewablesandwaste&year=2014>

5) <https://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?year=2014&country=BRAZIL&product=RenewablesandWaste>

6) 물론 이 세 가지 지표 이외에 각 국가의 온실가스 배출량을 결정하는 다른 요인이 존재한다. 환경적 쿠즈네츠 곡선(Environmental Kuznets Curve)에 기반한 많은 연구에서는 일인당 소득을 국가별 차이를 설명하였고(Shafik, 2004; Ravallion et al., 2000 등) Neumayer(2004)는 지리적 요인을 주요 결정요소 중 하나라고 보았다. 이러한 요소를 모두 담아 각 국가의 국가여건을 분석하는 것이 바람직할 것이지만 논의를 집중하기 위하여 이들을 제외하는데, 이는 분명히 본 연구의 한계이다.

〈표 1〉 EU 주요 산업별 부가가치 비중

	2010	2011	2012
농림 수산	1.70%	1.72%	1.64%
광업	0.70%	0.64%	0.61%
제조업	16.26%	16.68%	16.41%
에너지 ¹	1.68%	1.56%	1.67%
건설	5.56%	5.36%	5.07%
도소매, 숙박, 수송	18.84%	18.88%	18.96%
금융증개, 부동산	16.20%	16.17%	16.25%
기타서비스 ²	28.35%	28.26%	28.44%

¹전력, 가스, 열, 에어컨 소비를 포함한다.

²정보통신, 공공국방, 사회보장, 교육, 보건, 예술, 문화산업 등을 포함한다.

출처: OECD statistics

또한 제조업 중에서도 에너지 다소비업종(정유, 화학, 1차 금속)은 전체 GDP에서 1.9%의 비중을 보이고 있다(<표 2> 참조). 그리고 제조업 내에서도 에너지 다소비업종은 전체 제조업에서 약 11% 정도를 차지하는 것으로 나타나 우리나라에 비해 상대적으로 작은 비중을 차지하고 있다.

〈표 2〉 EU 에너지다소비 업종의 부가가치 비중

	2010	2011	2012
제조업	16.26%	16.68%	16.41%
- 정유	0.28%	0.25%	0.20%
- 화학	1.12%	1.11%	1.09%
- 1차 금속	0.57%	0.59%	0.62%
GDP 내 비중	1.97%	1.95%	1.91%
제조업내 비중	12.12%	11.69%	11.64%

출처: OECD statistics

즉, EU는 제조업 비중에 비해 서비스업 비중이 높은 산업구조를 보이고 있고 에너지

7) 우리나라의 제조업 내 에너지 다소비업종의 비중은 약 18%(2012년 기준)를 차지한다.

다소비업종의 비중이 상대적으로 낮은 특징을 보이고 있는 것을 확인할 수 있다.

2) 연료별 발전현황

연료별 발전 현황은 <표 3>에 나타나 있다. 해당 표에서 드러나듯 1990~2012년 사이에 석탄 및 유류발전의 발전량 및 비중이 감소하고 있는 것을 확인할 수 있다. 구체적으로 석탄발전량의 경우 1990년 전체 발전량의 약 38%를 차지하였지만 2012년의 경우 약 27%를 차지하는 것으로 나타났고 발전량은 연평균 0.05% 감소한 것으로 나타났다. 하지만 2000년에 들어 석탄발전 비중이 소폭 증가하였고 2010~2012년 사이 약 3%이상의 발전량 증가를 보이고 있는 것으로 나타났다. 유류발전의 경우 1990년에 전체 발전량의 약 7%를 차지하였으나 2012년에는 1.36%를 차지하는 것으로 나타났고, 발전량은 1990~2012년 사이에 연평균 5.81% 감소하는 것으로 나타났다. 하지만 석탄발전과 유사하게 2010~2012년 사이에 약 2%이상의 발전량 증가를 보였다. 반면 비교적 온실가스 배출이 적은 천연가스 발전은 1990년 약 5%에서 2012년 약 16%로 발전비중이 높아졌고 발전량도 6.92% 증가한 것으로 나타났다. 하지만 2010년 이후 2년간 연간 9.11%의 발전량 감소를 보이는 것으로 나타나 전 기간에 걸친 증가추세와는 상반된 특징을 보였다. 수력 및 신재생 발전량의 경우 연평균 3.16%의 증가율을 보였고 2012년 기준 전체 발전량의 약 24%를 차지하는 것으로 확인되었다. 특히 전체 발전량 비중에서 태양광, 풍력 및 조력의 비중이 급격하게 증가한 것을 볼 수 있다(0.05%에서 8.08%로 연평균 27.27% 증가). 이는 EU 주요 국가에서 이루어지고 있는 적극적인 신재생에너지 보급정책에 기인한 것으로 보인다. 원자력발전의 경우 전 기간에 걸쳐 약 0.54% 발전량이 증가한 것으로 나타나고 있으나 2000년과 2012년 사이에는 약 1.35%감소한 것으로 나타났다.

<표 3> EU 연료별 발전 현황

(단위: TWh)

	1990	2000	2010	2011	2012	연평균 변화율(%)		
						1990-2012	2000-2012	2010-2012
총 발전량	2420.89	2994.65	3319.85	3268.43	3316.74	1.44%	0.85%	-0.05%
(비중)	100%	100%	100%	100%	100%			

〈표 3〉 EU 연료별 발전 현황 (Continued)

(단위: TWh)

	1990	2000	2010	2011	2012	연평균 변화율(%)		
						1990-2012	2000-2012	2010-2012
석탄 발전량	923.36	908.2	822.82	849.35	913.94	-0.05%	0.05%	5.39%
(비중)	38.14%	30.33%	24.78%	25.99%	27.56%			
천연가스 발전량	122.83	420.29	710.03	648.47	535.74	6.92%	2.04%	-13.14%
(비중)	5.07%	14.03%	21.39%	19.84%	16.15%			
유류 발전량	168.7	145	53.41	43.28	45.19	-5.81%	-9.26%	-8.02%
(비중)	6.97%	4.84%	1.61%	1.32%	1.36%			
원자력 발전량	776.64	934.63	910.42	899.18	875.03	0.54%	-0.55%	-1.96%
(비중)	32.08%	31.21%	27.42%	27.51%	26.38%			
수력·신재생 발전량	405.32	539.34	701.16	701.35	804.1	3.16%	3.38%	7.09%
(비중)	16.74%	18.01%	21.12%	21.46%	24.24%			
수력	400.68	511.73	522.65	472.01	529.5	1.28%	0.28%	0.65%
(비중)	16.55%	17.09%	15.74%	14.44%	15.96%			
지열	3.31	4.86	6.27	6.58	6.66	3.23%	2.66%	3.06%
(비중)	0.14%	0.16%	0.19%	0.20%	0.20%			
태양광, 풍력, 조력	1.33	22.75	172.24	222.76	267.94	27.27%	22.82%	24.72%
(비중)	0.05%	0.76%	5.19%	6.82%	8.08%			

출처: IEA(2014)

EU 발전 현황의 특징은 석탄 및 유류발전의 발전 비중이 1990년에 비해 두드러지게 감소하였다는 점과 온실가스 배출이 적거나 없는 천연가스 및 수력·신재생 발전의 비중 및 발전량이 상당히 증가하였다는 것이다. 특별히 2012년 기준 수력 및 신재생발전 비중은 약 24%을 보여 약 29%의 발전비중을 보이고 있는 석탄 및 유류발전과의 차이가 1990년 이후 크게 줄었다. 하지만 2010년 이후 석탄 및 유류발전량의 비중이 소폭 상승하고 있는 것으로 나타나 향후 발전부분의 온실가스 배출 증가 여부를 판단하기 위해서는 석탄 및 유류 발전량 추세를 면밀한 관찰이 필요가 있다.

2. 주요 부문별 온실가스 배출현황

EU는 전체 배출량에서 에너지 부문이 약 77~79%로 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 그러나 에너지 부문 배출량은 1990~2012년 사이 연평균 0.42% 감소하고 있는 것으로 나타났고, 최근 7년(2005~12년) 사이에 연평균 1.46% 감소하는 것으로 나타나 감소폭이 확대된 것으로 나타났다(<표 4> 참조).

<표 4> EU 부문별 온실가스 배출현황

(단위: MtCO₂)

부문	1990	1995	2000	2005	2012	연평균 변화율(%)		
						1990-2012	1990-2005	2005-2012
에너지 ¹	4200.21	4077	4122.37	4241.51	3827.47	-0.42%	0.07%	-1.46%
(비중)	77.19%	77.33%	78.31%	79.48%	79.03%			
- 에너지전환 ²	1579.84	1471.12	1516.28	1614.38	1467.38	-0.34%	0.14%	-1.35%
	29.03%	27.90%	28.81%	30.25%	30.30%			
- 산업 (제조 및 건설)	817.5	768.52	744.48	709.49	577.06	-1.57%	-0.94%	-2.91%
	15.02%	14.58%	14.14%	13.30%	11.92%			
- 수송	801.73	876.13	957.36	1009.63	950.34	0.78%	1.55%	-0.86%
	14.73%	16.62%	18.19%	18.92%	19.62%			
산업공정	452.33	443.65	404.39	413.73	372.66	-0.88%	-0.59%	-1.48%
(비중)	8.31%	8.41%	7.68%	7.75%	7.70%			
농업	584.23	531.26	525.49	492.55	476.64	-0.92%	-1.13%	-0.47%
(비중)	10.74%	10.08%	9.98%	9.23%	9.84%			
폐기물	204.96	220.62	211.66	188.65	166.05	-0.95%	-0.55%	-1.81%
(비중)	3.77%	4.18%	4.02%	3.54%	3.43%			

¹에너지: 에너지산업, 제조 및 건설, 수송, 탈루성 배출, 기타

²에너지전환: 발전, 정유, 고형연료 제조, 기타에너지산업

출처: UNFCCC Greenhouse Gas Inventory Data

이러한 배출 감소 현상은 EU가 2020년 감축 목표의 주요 달성수단으로 제시한 지속적인 에너지효율 개선의 효과로 평가할 수 있다(IEA/OECD, 2015). 에너지전환 부문의 배출량은 1990년 이후부터 2005년까지 연평균 0.14% 증가한 것으로 나타났으나, 2005~

2012년 사이에는 연평균 1.37%의 배출량 감소를 보였다. 이는 에너지 전환부문의 대부분을 차지하는 발전부문에서 석탄 및 유류 등 화석 연료원의 발전량이 감소한 데서 그 원인을 찾을 수 있다. 산업부문 역시 1990년 이후 지속해서 배출량이 감소하는 것으로 나타났다고, 2005~2012년 사이의 배출 감소율이 2.91%로 확대된 것을 확인할 수 있다. 이는 EU 전체 산업에서 제조업 비중에 비해 서비스업 비중이 높고 제조업 중에서도 에너지 다소비업종의 비중이 상대적으로 낮다는 점에 기인한다고 볼 수 있다.

그리고 수송부문의 배출량 비중은 1990년 이후 꾸준히 증가하고 있으나 배출량은 최근 7년(2005~2012년) 사이에 연평균 0.86% 감소하고 있는 것을 확인할 수 있다. 그리고 비교적 높은 배출량 비중을 보이고 있는 농업(약 10%)의 경우도 지속적 해서 배출량이 감소하고 있고 산업공정 및 폐기물 부문도 지속적인 배출량 감소를 보이고 있다.

3. 미국의 INDC와 여건 분석

미국은 Post-2020 감축목표로서 2025년까지 2005년 대비 26~28%의 절대량 감축목표를 제시하였다(Government of USA, 2015). 대략적으로 요구되는 감축량은 1,879 MtCO₂~2,024 MtCO₂이며, 1990년을 기준으로 할 경우 2025년 감축목표는 14~16%를 감축해야 하는 수준이다.

1) 산업구조 현황

미국 제조업 비중은 약 12%를 유지하고 있다(<표 5> 참조). 이는 독일, 일본 그리고 우리나라 등 주요 제조업 국가 평균 비중보다 낮은 수준이다. 서비스업(도소매, 수송, 금융중개, 부동산, 기타서비스)의 경우 대략 76%에 이르는 높은 비중을 보이고 있다(2012년 기준). 특히 미국은 서비스업 비중이 높은 캐나다(약 70%), EU (약 68%)보다도 그 비중이 높다(2012년 기준).

〈표 5〉 미국 주요 산업별 부가가치 비중

	2010	2011	2012
농림 수산	0.95%	0.89%	0.84%
광업	1.84%	1.93%	2.08%
제조업	12.30%	12.14%	11.95%
에너지 ¹	1.86%	1.85%	1.82%
건설	3.73%	3.65%	3.71%
도소매, 수송	14.80%	14.79%	14.71%
금융중개, 부동산	18.69%	18.79%	18.81%
기타서비스 ²	42.51%	42.46%	42.29%

¹전력, 가스, 열, 에어컨 소비를 포함한다.

²정보통신, 공공·국방, 사회보장, 교육, 보건, 예술, 문화산업 등을 포함한다.

출처: OECD statistics

광업비중은 상대적으로 다른 산업에 비해 낮은 수준으로 평가된다(1.84~2.08%). 하지만 2010~2012년 사이에 광업 비중이 증가한 것을 확인 할 수 있고 실제 부가가치 액수 역시 연간 5% 이상의 성장률을 보였다. 이는 셰일가스(Shale Gas)의 생산 증대에서 기인한 결과로 해석된다.

제조업 중에서 에너지 다소비업종은 2~3%의 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났는데, 이는 우리나라와 일본의 에너지다소비업종 비중과 비교했을 때 조금 낮은 수준으로 평가된다(<표 11>, <표 21> 참조).

〈표 6〉 미국 에너지 다소비업종의 부가가치 비중

	2010	2011	2012
제조업	12.30%	12.14%	11.95%
- 정유	0.67%	0.56%	0.55%
- 화학	2.23%	2.07%	1.95%
- 1차 금속	0.26%	0.27%	0.32%
GDP 총 비중	3.16%	2.90%	2.82%
제조업 내 비중	25.69%	23.89%	23.60%

출처: OECD statistics

2) 연료별 발전현황

미국 총 발전량은 1990년 이후 연평균 1.47%의 증가추세를 보였으나 2010~12년에는 감소추세(연평균 0.82%감소)로 전환되었다(<표 7> 참조). 2012년 기준 미국 전체 발전량 중 가장 큰 비중을 차지하는 발전원은 39.45%를 차지한 석탄이다. 하지만 석탄 발전량은 1990년 이후 지속적인 감소 추세를 보이고 있고(연평균 0.14% 감소), 2010~12년에는 그 감소폭이 더 커졌다(연평균 0.42% 감소).

석탄발전 다음으로 두 번째 비중을 차지하는 발전원은 2012년 기준 천연가스(28.37%)이다. 1990년 이후 천연가스 발전량은 연평균 6.66%의 증가추세를 보이고 있고, 2010~2012년 사이에 발전량 증가폭이 크게 확대되었다(연평균 10.56% 증가). 이는 소위 셰일 혁명으로 불리는 셰일가스 생산의 폭발적인 증가에 기인한 결과로 평가된다. 그 다음으로 세 번째 비중을 차지하는 발전원은 원자력이다. 1990년 이후 비슷한 수준의 발전비중(약 19~20%)을 보이고 있는데, 1990~2012년 사이 연평균 1.24%의 발전량 증가 추세를 보이다가 2010~2012년에는 감소추세(연평균 1.24% 감소)로 전환되었다.

유류발전의 경우 1990년 이후 큰 폭으로 발전량이 감소하고 있으며 2000년 이후부터 감소폭이 더욱 확대되었다(2000~2010년 : 연평균 12.17% 감소, 2010~2012년: 연평균 13.87% 감소). 수력 및 신재생은 1990~2012년 사이에 약 10% 내외의 발전비중을 보이고 있는데, 발전량은 1990년 이후 2011년까지 증가추세를 보이다가 이후 감소한 것을 확인할 수 있다. 이는 수력 발전량의 감소에서 기인한 것으로 평가된다(2011~12년 연평균 7.09% 감소). 태양광·풍력·조력의 발전 비중은 높지 않지만, 발전량의 증가 추세가 2000년 이후 큰 폭으로 증가한 것을 확인할 수 있다(2000~12년 연평균 30.16% 증가).

〈표 7〉 미국 연료별 발전 현황

(단위: TWh)

	1990	2000	2010	2011	2012	연평균 변화율(%)		
						1990-2012	2000-2012	2010-2012
총 발전량	2987.97	3862.12	4214.47	4185	4116.56	1.47%	0.53%	-1.17%
(비중)	100%	100%	100%	100%	100%			
석탄 발전량	1674.68	2074.51	1969.15	1854.47	1624.1	-0.14%	-2.02%	-9.18%
(비중)	56.05%	53.71%	46.72%	44.31%	39.45%			

〈표 7〉 미국 연료별 발전 현황 (Continued)

(단위: TWh)

	1990	2000	2010	2011	2012	연평균 변화율(%)		
						1990-2012	2000-2012	2010-2012
천연가스 발전량	282.58	547.96	929.06	955.27	1167.77	6.66%	6.51%	12.11%
(비중)	9.46%	14.19%	22.04%	22.83%	28.37%			
유류 발전량	125.21	112.09	39.78	31.85	23.63	-7.30%	-12.17%	-22.93%
(비중)	4.19%	2.90%	0.94%	0.76%	0.57%			
원자력 발전량	611.47	797.72	838.93	821.41	801.13	1.24%	0.04%	-2.28%
(비중)	20.46%	20.65%	19.91%	19.63%	19.46%			
수력·신재생 발전량	276.02	269.73	374.49	460.41	440.42	2.15%	4.17%	8.45%
(비중)	9.24%	6.98%	8.89%	11.00%	10.70%			
수력	266.92	248.93	260.48	319.89	276.11	0.15%	0.87%	2.96%
(비중)	8.93%	6.45%	6.18%	7.64%	6.71%			
지열	9.1	14.62	17.58	17.89	18.14	3.19%	1.81%	1.58%
(비중)	0.30%	0.38%	0.42%	0.43%	0.44%			
태양광, 풍력, 조력	0	6.18	96.43	122.63	146.17	·	30.16%	23.12%
(비중)	0.00%	0.16%	2.29%	2.93%	3.55%			

출처: IEA(2014)

3) 주요 부문별 온실가스 배출현황

<표 8>를 통해 알 수 있듯이 미국 에너지부문의 온실가스 배출량은 1990년 이후 연평균 0.20%의 증가추세를 보였으나 2005~2012년 사이에는 감소 추세(연평균 1.80% 감소)로 전환되었다. 에너지부문에서 가장 큰 배출 비중을 차지하는 부문은 에너지전환이다(2012년 기준 31.47%). 에너지전환부문의 경우도 전체 에너지부문 추세와 유사하게 1990년 이후 연평균 0.50% 증가추세를 보였으나, 2005~2012년에 감소 추세(연평균 2.39% 증가)로 전환되었다. 에너지전환부문 배출량의 상당 부분이 발전부문에서 발생된다는 점을 감안했을 때 전환 부문의 최근 배출 감소 추세는 세일 혁명에 기인한 천연가스 발전량 증가에 기인했을 가능성이 크다.

〈표 8〉 미국 부분별 온실가스 배출현황

(단위: MtCO₂)

부문	1990	1995	2000	2005	2012	연평균 변화율(%)		
						1990-2012	1990-2005	2005-2012
에너지	5260.10	5569.99	6107.74	6243.53	5498.88	0.20%	1.15%	-1.80%
(비중)	84.63%	84.48%	86.38%	86.43%	84.81%			
- 에너지전환	1828.51	1956.23	2306.94	2418.60	2041.46	0.50%	1.88%	-2.39%
	29.42%	29.67%	32.63%	33.48%	31.49%			
- 산업 (제조 및 건설)	851.18	876.69	860.33	834.07	779.83	-0.40%	-0.14%	-0.96%
	13.70%	13.30%	12.17%	11.55%	12.03%			
- 수송	1492.36	1634.38	1829.66	1901.43	1736.64	0.69%	1.63%	-1.29%
	24.01%	24.79%	25.88%	26.32%	26.79%			
- 탈루배출	317.42	308.09	282.89	270.30	257.83	-0.94%	-1.07%	-0.67%
	5.11%	4.67%	4.00%	3.74%	3.98%			
산업공정	316.06	340.34	355.37	334.94	334.35	0.26%	0.39%	-0.03%
(비중)	5.09%	5.16%	5.03%	4.64%	5.16%			
농업	473.92	524.13	474.82	512.21	526.25	0.48%	0.52%	0.39%
(비중)	7.63%	7.95%	6.72%	7.09%	8.12%			
폐기물	165.04	158.62	132.81	133.22	123.97	-1.29%	-1.42%	-1.02%
(비중)	2.66%	2.41%	1.88%	1.84%	1.91%			

출처: UNFCCC Greenhouse Gas Inventory Data.

한편, 산업부문의 배출량은 지속적으로 감소하고 있고 2005년 이후 감소폭이 확대되었다(2005~2012년: 연평균 0.96% 감소). 이는 최근 들어 에너지다소비업종의 비중이 줄어든 측면(2010년: 25.69%, 2012년: 23.60%)에서 그 원인을 찾을 수 있지만 좀 더 엄밀한 분석이 필요해 보인다.

수송부문은 에너지전환부문 다음으로 높은 배출비중을 보이고 있다(2012년 기준 26.77%). 수송부문은 2005~12년에 연평균 1.29%의 감소추세를 보였으나 1990년을 기준으로 봤을 경우 배출량은 증가한 것으로 평가된다(1990~2012년: 연평균 0.69% 증가).

4. 일본의 INDC와 여건 분석

일본은 2013년 대비 26.0% 감축(1990년 대비 18.3% 감축)을 목표로 제시하였다 (Government of Japan, 2015). 이는 2005년 대비 343MtCO₂의 온실가스를 줄여야하고, 1990년을 기준으로 할 경우 약 227 MtCO₂을 줄여야 한다.

1) 산업구조 현황

일본의 제조업 비중은 18~19%로서 기타 선진국보다 상당히 높은 수준이다(<표 9> 참조).

<표 9> 일본 주요 산업별 부가가치 비중

	2010	2011	2012
농림 수산	1.18%	1.16%	1.21%
광업	0.06%	0.06%	0.06%
제조업	19.70%	18.61%	18.60%
에너지 ¹	2.30%	1.82%	1.69%
건설	5.47%	5.64%	5.67%
도소매, 수송	18.68%	19.19%	19.39%
금융중개, 부동산	16.85%	16.88%	16.58%
기타서비스 ²	35.75%	36.63%	36.79%

¹전력, 가스, 열, 에어컨 소비를 포함한다.

²정보통신, 공공·국방, 사회보장, 교육, 보건, 예술, 문화산업 등을 포함한다.

출처: OECD statistics

반면 도소매, 숙박, 수송, 금융 중개, 부동산 및 기타서비스를 포함한 총 서비스업의 비중은 약 70%에 이르는 것으로 나타나 다른 선진국과 유사한 수준을 보였다.

〈표 10〉 일본 온실가스 다배출 업종의 부가가치 비중

	2010	2011	2012
제조업	19.70%	18.61%	18.60%
- 정유	1.21%	1.10%	1.04%
- 화학	1.68%	1.60%	1.57%
- 1차 금속	0.60%	0.61%	0.56%
GDP내 총 비중	3.49%	3.30%	3.17%
제조업 내 비중	17.72%	17.73%	17.04%

출처: OECD statistics

한편, 제조업 중에서도 온실가스를 많이 배출하는 에너지 다소비업종의 부가가치 비중은 약 3% 이상의 비중을 차지하고 있는데(<표 10> 참조), 이 수준은 선진국 중에서도 상당히 높은 수치이다.

종합해보면 일본은 다른 선진국과는 다르게 제조업 비중이 상대적으로 높고 그 중에서도 온실가스를 많이 배출하는 에너지 다소비업종의 비중이 높은 산업구조를 보이고 있다.

2) 연료별 발전현황

2011년 동일본 대지진 이후 일본의 연료별 발전 현황에는 많은 변화가 있었다. <표 11>에서 확인할 수 있듯이 2010년에 전체 발전 비중의 약 30% 이상을 차지하던 원자력발전 비중이 2010년 이후 급격히 줄어들었는데 이는 후쿠시마 원전 사태에 따른 원전 가동 중단에 기인한 것이다.

〈표 11〉 일본 연료별 발전 현황

(단위: TWh)

	1990	2000	2010	2011	2012	연평균 변화율(%)		
						1990-2012	2000-2012	2010-2012
총 발전량	757.59	940.68	974.81	907.89	890.88	0.74%	-0.45%	-4.40%
(비중)	100%	100%	100%	100%	100%			

〈표 11〉 일본 연료별 발전 현황 (Continued)

(단위: TWh)

	1990	2000	2010	2011	2012	연평균 변화율(%)		
						1990-2012	2000-2012	2010-2012
석탄 발전량	93.35	187.19	252.45	237.00	255.9	4.69%	2.64%	0.68%
(비중)	12.32%	19.90%	25.90%	26.10%	28.72%			
천연가스 발전량	176.63	250.17	287.34	361.08	384.00	3.59%	3.64%	15.60%
(비중)	23.31%	26.59%	29.48%	39.77%	43.10%			
유류 발전량	195.39	87.47	59.34	118.63	151.14	-1.16%	4.66%	59.59%
(비중)	25.79%	9.30%	6.09%	13.07%	16.97%			
원자력 발전량	201.4	321.34	288.23	101.76	15.94	-10.89%	-22.14%	-76.48%
(비중)	26.58%	34.16%	29.57%	11.21%	1.79%			
수력·신재생 발전량	83.71	82.88	68.28	68.61	61.91	-1.36%	-2.40%	-4.78%
(비중)	11.05%	8.81%	7.00%	7.56%	6.95%			
수력	82.22	79.76	65.71	65.87	59.2	-1.48%	-2.45%	-5.08%
(비중)	10.85%	8.48%	6.74%	7.26%	6.65%			
지열	1.49	3.12	2.47	2.52	2.46	2.31%	-1.96%	-0.20%
(비중)	0.20%	0.33%	0.25%	0.28%	0.28%			
태양광, 풍력, 조력	·	·	0.1	0.22	0.25	·	·	58.11%
(비중)	0.00%	0.00%	0.01%	0.02%	0.03%			

출처: IEA(2014)

또한 원자력 발전량의 감소는 다른 발전원의 발전량 증가로 이어진 것을 확인할 수 있다. 구체적으로 2010~12년 사이 유류 발전량은 연평균 12.87% 증가하였는데, 이는 2011년 이후 원자력발전소 가동 중단에 따른 발전량 부족분을 확보하기 위해 유류 발전량을 높인 것에서 기인한다.

한편 천연가스 발전량도 2010~2011년 사이 약 10% 증가하여 원전 가동 중단에 따른 발전량 부족분을 상당부분 대체하였다. 특히 천연가스 발전량은 1990년 이후 지속적으로 증가하여 2012년 기준 일본 전체 발전량에서 가장 큰 비중인 43%를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

석탄 발전량은 1990년 이후 연평균 4.69% 씩 증가하여 현재 28.72%의 비중을 차지하

고 있는 것으로 나타나 천연가스 발전 다음으로 높은 비중을 보였다.

반면 수력 및 신재생 발전량은 지속해서 감소하고 있는 것으로 나타났다(1990~2012년 연평균 1.36% 감소). 하지만 태양광·풍력·조력의 최근(2010~2012년)의 발전량 증가율은 6.60%로서 크게 성장하였지만, 전체 발전량 비중은 아직 미미한 수준이다.

3) 주요 부문별 온실가스 배출현황

<표 12>에서 확인할 수 있는 것처럼 에너지전환 부문의 배출량이 2005~2012년 기간에 크게 증가한 것으로 나타났다(연평균 3.30% 증가). 이는 2011년 동일본 대지진 사태에 이후 원전 가동 중단에 따른 연료별 발전량 변화에 기인한 것으로 판단된다. 즉 앞서 언급한 것처럼 줄어든 원자력 발전량을 대체하기 위해 유류 및 천연가스의 발전량이 크게 늘어났고, 이것이 발전부문의 배출량 증가로 이어졌다고 볼 수 있다.

<표 12> 일본 부문별 온실가스 배출현황

(단위: MtCO₂)

부문	1990	1995	2000	2005	2012	연평균 변화율(%)		
						1990-2012	1990-2005	2005-2012
에너지	1079.42	1156.64	1190.8	1226.78	1229.58	0.59%	0.86%	0.03%
(비중)	87.47%	86.61%	88.85%	90.87%	91.55%			
- 에너지전환	325.21	346.4	359.32	408.14	512.41	2.09%	1.53%	3.30%
	26.35%	25.94%	26.81%	30.23%	38.15%			
- 산업 (제조 및 건설)	373.02	372.73	379.25	373.65	335.58	-0.48%	0.01%	-1.52%
	30.23%	27.91%	28.30%	27.68%	24.99%			
- 수송	215.57	256.14	264	250.74	219.76	0.09%	1.01%	-1.87%
	17.47%	19.18%	19.70%	18.57%	16.36%			
- 탈루배출	3.5	1.66	1.06	0.42	0.4	-9.39%	-13.18%	-0.69%
	0.28%	0.12%	0.08%	0.03%	0.03%			
산업공정	99.54	121.36	94.34	73.65	69.52	-1.62%	-1.99%	-0.82%
(비중)	8.07%	9.09%	7.04%	5.46%	5.18%			
농업	29.13	28.17	25.95	25.26	23.9	-0.90%	-0.95%	-0.79%
(비중)	2.36%	2.11%	1.94%	1.87%	1.78%			

〈표 12〉 일본 부분별 온실가스 배출현황 (Continued)

(단위: MtCO₂)

부문	1990	1995	2000	2005	2012	연평균 변화율(%)		
						1990-2012	1990-2005	2005-2012
폐기물	25.94	29.28	29.08	24.36	20.03	-1.17%	-0.42%	-2.76%
(비중)	2.10%	2.19%	2.17%	1.80%	1.49%			

출처: UNFCCC Greenhouse Gas Inventory Data.

산업부문의 배출량은 1990년 이후 지속해서 감소하고 있지만 2012년 기준으로 전체 배출량의 25%라는 높은 비중을 차지하고 있다. 이는 일본의 높은 에너지다소비업종 비중에서 비롯된 결과로 보인다. 수송부문의 경우 1990~2012년 사이의 배출량 및 비중은 어느 정도 일정한 수준을 유지하고 있다.

5. 중국의 INDC와 여건 분석

중국은 Post-2020 감축목표로써 2005년 대비 2030년까지 원단위 60%~65% 개선 목표를 제시하였다(Government of China, 2015). 원단위 목표를 절대량 목표로 환산⁸⁾할 경우 중국의 2030년 배출량은 약 12.6~14.4MtCO₂가 될 것으로 보인다. 환산된 예상배출량은 2005년에 비해 약 72~96% 증가한 수준이고 1990년을 기준으로 하면 약 280~334% 증가한 수준이다. 물론 여기서 환산한 절대량 목표는 OECD GDP 전망치를 이용한 추정치로서 많은 불확실성이 존재하므로 정확한 목표수준이라기 보다는 예상되는 배출량 수준으로 이해할 필요가 있다.

1) 산업구조 현황

중국의 산업부문의 총 부가가치의 40%에 육박할 정도로 큰 비중을 차지하고 있다 (<표 13> 참조). 이 수치는 본 연구의 분석대상 국가들 중에 가장 높은 수준을 보이는데,

8) 2005년 대비 2030년 감축목표가 적용된 원단위에 OECD의 2030년 GDP 전망치를 이용하여 절대량 목표로 환산하였다.

이는 중국 경제의 급격한 성장에 따른 2차 산업으로의 구조적 변경에 기인한 현상으로 볼 수 있다.

〈표 13〉 중국 주요산업별 부가가치 비중

	2010	2011	2012
농림·수산	9.91%	9.81%	9.80%
산업(에너지부문 포함) ⁹⁾	39.71%	39.57%	38.29%
건설	6.65%	6.78%	6.89%
유통, 수송	15.26%	15.31%	15.56%
금융·중개, 부동산	12.04%	12.16%	12.44%
기타서비스	16.43%	16.37%	17.01%

* 주요산업별 부가가치 항목이 OECD 회원국과 다름
출처: OECD statistics

확보 가능한 자료의 한계로 인하여 제조업 비중이 어느 정도인지 판단하는 데 한계점이 있지만, 중국 주력산업의 최근 동향을 고려했을 때 그 비중이 상당히 높을 것으로 예상되며 그 중에서도 에너지 다소비업종의 의존도가 높을 것으로 보인다. 예를 들어 중국 철강 산업의 경우 세계 철강시장의 45.5%를 차지할 정도로 급성장했으며, 석유화학 산업의 경우 세계적인 생산 대국으로 알려져 있고 2011년 기준 총 생산액이 11조 위안을 넘어설 정도로 급성장했다(KOTRA, 2014). 이러한 성장세에 따라 제조업 비중 및 제조업 내 에너지 다소비업종비중이 확대되었을 예상된다.

한편 전체 산업부문에서 차지하는 에너지부문의 비중도 상당할 것으로 클 것으로 보인다. 이는 중국의 풍부한 광업자원 및 현재 활발히 진행되고 있는 원유개발 현황을 통해 간접적으로 전망할 수 있다. 예를 들어 석탄의 경우 전 세계 매장량의 1/3을 차지하고 있는 것으로 알려져 있고 원유 생산량은 세계 5위 규모를 보였다(KOTRA, 2014). 이렇듯 풍부한 광업자원은 관련 산업(석탄 및 원유채굴을 포함한 광업)의 성장을 이끌었을 것으로 보이고 산업부문 내 에너지부문 비중을 크게 증가시켰을 것으로 보인다.

9) OECD에서 제공하고 있는 국제표준산업분류(ISIC rev3)에 따른 자료를 이용하였다. (1)산업부문: 철강, 화학 및 석유화학, 비철금속, 비금속광물, 수송기기, 기계류, 건설(OECD자료에서는 산업부문에 포함시키지 않고 따로 분류하였음) 등 (2)에너지부문: 석탄광산, 석유 및 가스 채굴, 석유정제, 발전소 및 열 플랜트, 양수발전소, 기타 에너지 부문 등

중국 서비스업(유통, 수송, 금융중개, 부동산 및 기타서비스)의 비중은 대략 43%~45%을 차지하였다. 2012년 기준으로 주요 선진국에 비해 서비스업 비중은 낮은 수준으로 평가할 수 있다.

2) 연료별 발전현황

2012년 기준 중국의 가장 큰 발전원은 77.81%를 차지하는 화석연료이다(<표 14> 참조). 그 다음으로 수력(17.33%), 태양/풍력(2.03%), 원자력(1.94%) 등의 순서로 발전비중을 보이고 있다. 이용할 수 있는 자료의 한계 때문에 연도별 발전현황을 살펴보기는 어렵지만, 지난 십여 년간 진행된 중국의 경제성장은 에너지수요 및 전력수요의 증가로 이어져 발전량의 급격한 증가를 가져왔을 것이다. 또한 풍부한 석탄자원 및 높은 원유생산량을 감안했을 화력발전을 통한 발전량 및 비중은 지속해서 증가했을 가능성이 크다.

<표 14> 중국 연료별 발전 현황

(단위: TWh)

발전원	화석연료 ¹	원자력	수력	지열	태양/풍력	기타 ²	총량
발전량(2012년)	3916.16	97.39	872.11	0.15	102.35	44.75	5032.91
(비중)	77.81%	1.94%	17.33%	0.00%	2.03%	0.89%	100%

¹석탄, 유류, 천연가스 등 포함

²폐기물, 바이오매스 등 포함

출처: IEA(2014)

3) 주요 부문별 온실가스 배출현황

가장 큰 배출원인 에너지부문의 배출량은 1994년 이후 지속해서 증가하여 연간 6.10%의 증가율을 보였다(<표 15> 참조). 에너지전환 부문은 연간 8.58% 증가한 것으로 나타났고 그 비중도 약 8% 증가하였는데, 이는 중국 경제성장에 따른 전력수요 증가에 기인한 것으로 판단할 수 있다. 같은 맥락에서 산업부문의 경우도 연간 5.10%의 배출량 증가를 보였다.

〈표 15〉 중국 부문별 온실가스 배출현황

(단위: MtCO₂)

부분	1994	2004	연평균 변화율(%)
			1994-2004
에너지	3007.78	5769.85	6.73%
(비중)	74.13%	77.28%	
- 에너지전환	977.203	2417.58	9.48%
	24.08%	32.38%	
- 산업(제조 및 건설)	1223.02	2114.03	5.63%
	30.14%	28.32%	
- 수송	165.57	430.79	10.03%
	4.08%	5.77%	
- 탈루배출	151.70	275.94	6.17%
	3.74%	3.70%	
산업공정	282.63	764.89	10.47%
(비중)	6.97%	10.25%	
농업	605.09	819.33	3.08%
(비중)	14.91%	10.97%	
폐기	162.12	111.79	-3.65%
(비중)	4.00%	1.50%	

출처: UNFCCC Greenhouse Gas Inventory Data.

수송부문의 경우도 배출량이 지속해서 증가한 것을 확인할 수 있는데 이 역시 경제성장에 기인한 부분이 크다고 볼 수 있다. 한편 탈루 부문의 배출량은 연간 5.59% 증가한 것으로 나타났는데 중국 원유 생산량 증가가 주요한 원인으로 평가된다.

한편 중국의 부문별 배출량 현황은 1994년과 2004년 자료만이 확보가능하여 부문별 증가(또는 감소)의 최근 추세 및 현황을 알 수 없는 한계점이 있다.

6. 인도의 INDC와 여건 분석

인도는 2030년까지 2005년 대비 33%~33%의 원단위 감축목표를 제시하였다(Government of India, 2015). 원단위 목표를 절대량 목표로 환산¹⁰⁾할 경우 인도의 '30년 배출량은 약

6.998MtCO₂ ~ 7.213MtCO₂가 될 것으로 보인다. 환산된 예상배출량은 2005년에 비해 약 236%~247% 증가한 수준이고 1990년을 기준으로 하면 약 465%~482% 증가한 수준이다.

1) 산업구조 현황

<표 16>을 통해 총부가가치에서 차지하는 산업부문비중이 약 20% 내외인 것을 알 수 있다. 그리고 제조업의 경우 산업부문의 2/3 정도를 차지할 정도로 높은 비중을 보였다. 특별히 제조업 내에서 철강산업이 급성장(2007~2008년 연평균 13.7% 성장)하고 있는 것으로 알려졌는데 이는 인도 국내의 인프라 건설, 부동산 개발, 자동차 산업의 성장에 따른 철강수요증가에 기인한 것이다(KOTRA 2014). 또한 석유화학 산업의 경우 아시아에서 3번째로 큰 석유화학 생산국이며 세계 6위의 제품 생산량을 유지하고 있고 연간 8%~9%의 성장을 거듭하고 있다(KOTRA 2014).

<표 16> 인도 주요 산업별 부가가치 비중

	2007	2008	2009
농림·수산	18.12%	17.46%	17.64%
산업(에너지부문 포함 ¹¹⁾)	20.78%	19.94%	19.06%
제조업	16.15%	15.64%	14.94%
건설	8.41%	8.47%	8.11%
도·소매, 숙박, 수송	16.91%	16.77%	16.16%
금융·중개, 부동산	15.19%	16.14%	16.79%
기타서비스	20.60%	21.22%	22.24%

* 주요 산업별 부가가치 항목이 OECD 회원국과 다름
출처: OECD statistics

10) 2005년 대비 2030년 감축목표가 적용된 원단위에 OECD의 2030년 GDP 전망치를 이용하여 절대량 목표로 확산하였다.

11) OECD에서 제공하고 있는 국제표준산업분류(ISIC rev3)에 따른 자료를 이용하였음: (1)산업부문: 철강, 화학 및 석유화학, 비철금속, 비금속광물, 수송기기, 기계류, 건설(OECD자료에서는 산업부문에 포함시키지 않고 따로 분류하였음) 등 (2)에너지부문: 석탄광산, 석유 및 가스채굴, 석유정제, 발전소 및 열 플랜트, 양수발전소, 기타에너지부문 등.

2) 연료별 발전현황

확보 가능한 2012년도 자료를 바탕으로 인도의 발전현황을 살펴보면 화석연료(석탄, 유류, 천연가스 발전)가 가장 큰 발전원(81.41%)임을 알 수 있다(<표 17> 참조). 그 다음으로 수력(11.16%), 원자력(2.29), 태양/풍력(2.69) 등의 순서로 발전비중이 나타나고 있다. 자료확보의 어려움으로 인도의 연도별 발전량 변화를 확인하는 데 제한이 있으나 인도의 최근 경제성장세를 감안했을 때 지속해서 발전량이 증가했을 것으로 예상된다.

<표 17> 인도 연료별 발전 현황

(단위: TWh)

발전원	화석연료 ¹	원자력	수력	지열	태양/풍력	기타 ²	총량
발전량(2012년)	917.97	32.87	125.83	·	30.38	20.53	1127.58
(비중)	81.41%	2.92%	11.16%	0.00%	2.69%	1.82%	100%

¹석탄, 유류, 천연가스 등 포함

²폐기물, 바이오매스 등 포함

출처: IEA(2014)

3) 주요 부문별 온실가스 배출현황

<표 18> 인도 부문별 온실가스 배출현황

(단위: MtCO₂)

부분	1994	2000	연평균변화율(%)
			1994-2000
에너지	743.82	1027.02	5.52%
(비중)	61.26%	67.40%	
- 에너지전환	355.04	543.75	7.36%
	29.24%	35.68%	
- 산업(제조 및 건설)	150.67	229.08	7.23%
	12.41%	15.03%	
- 수송	80.29	98.10	3.40%
	6.61%	6.44%	
- 탈루배출	26.27	28.40	1.31%
	2.16%	1.86%	

〈표 18〉 인도 부문별 온실가스 배출현황 (Continued)

(단위: MtCO₂)

부분	1994	2000	연평균변화율(%)
			1994-2000
산업공정	102.71	88.60	-2.43%
(비중)	8.46%	5.81%	
농업	344.49	355.60	0.53%
(비중)	28.37%	23.34%	
폐기물	23.23	52.55	14.57%
(비중)	1.91%	3.45%	

출처: UNFCCC Greenhouse Gas Inventory Data.

2000년 기준으로 에너지부문이 전체 배출량의 약 64%를 차지하는 것으로 나타나 가장 큰 배출원이었다. 그 중 에너지전환부문의 배출비중(2000년 기준 약35%)이 가장 높았고 배출량은 1994년에 비해 연간 0.15% 증가하였다. 또한 높은 화석연료비중, 인도 경제 성장에 따른 발전수요 증가를 고려했을 때 에너지전환부문의 배출량은 최근까지 지속해서 증가했을 것으로 예상된다. 한편 산업부문의 배출비중은 2000년 기준 약15%을 차지하고 있고 배출량은 1994년에 비해 연평균 0.22% 증가하였다. 에너지전환부문과 마찬가지로 산업부문 배출량도 2000년대 이후 지속해서 증가했을 가능성이 크다. 최근 철강 및 석유화학 등 에너지다소비업종의 성장세가 눈에 띄게 관찰되고 있기 때문이다.

한편 중국과 마찬가지로 인도의 부문별 배출량 현황 역시 두 개년도(1994년 2000년) 자료만이 확보 가능하여 부문별 증가(또는 감소)의 최근 추세 및 현황을 알 수 없는 한계 점이 있다.

7. 우리나라의 INDC와 여건 분석

우리나라는 Post-2020 감축목표로써 2030년 BAU 대비 37%(국내감축 25.3%, 국제 탄소시장 활용 11.7%)을 제시하였다(Government of Republic of Korea, 2015). 구체적으로, 2030년 BAU는 850MtCO₂으로서, 약 217MtCO₂(국내노력) 또는 313MtCO₂(국제 탄소시장 활용포함)을 감축해야 한다. 1990년 총 배출량에 비해 Post-2020 감축목표는

약 85~115% 가량 총 배출량이 증가된 수치이다.

1) 산업구조 현황

우리나라 제조업 비중은 전체 총 부가가치에서 약 30% 이상을 차지한다(<표 19> 참조). 해당 비중은 OECD 국가들 중에서 상위권으로서 비교적 높은 제조업 비중을 보이는 멕시코(약 17%)보다도 상당히 높은 수치이다.

<표 19> 한국 주요산업별 부가가치 비중

	2010	2011	2012
농림 수산	2.47%	2.52%	2.46%
광업	0.19%	0.19%	0.18%
제조업	30.72%	31.37%	31.00%
에너지 ¹	1.46%	1.22%	1.30%
건설	5.12%	4.84%	4.79%
도·소매, 수송, 숙박	15.27%	15.14%	15.21%
금융중개, 부동산	10.22%	10.31%	9.96%
기타서비스 ²	30.01%	29.95%	30.54%

¹전력, 가스, 열, 에어컨 소비를 포함한다.

²정보통신, 공공·국방, 사회보장, 교육, 보건, 예술, 문화산업 등을 포함한다.

출처: OECD statistics

또한 정유·화학·1차 금속의 부가가치 비중은 약 6% 내외를 보이고 있어(<표 20> 참조), OECD 국가들 중에 에너지 다소비업종의 비중이 가장 높은 수준을 보이고 있다. 이처럼 제조업 및 에너지다소비업종의 비중이 높은 이유는 우리나라의 경제성장이 해당 산업 중심의 산업구조 위에서 이루어져 왔기 때문이다.

〈표 20〉 한국 에너지 다소비업종의 부가가치 비중

	2010	2011	2012
제조업	30.72%	31.37%	31.00%
- 정유	0.65%	0.84%	0.78%
- 화학	2.29%	2.42%	2.26%
- 1차 금속	2.77%	2.89%	2.60%
GDP내 비중	5.72%	6.15%	5.65%
제조업내 비중	18.62%	19.60%	18.21%

출처: OECD statistics

2) 연료별 발전현황

<표 21>에서 확인할 수 있는 것처럼 한국의 총 발전량은 1990년 이후 높은 증가 추세 (1990~2012년 연평균 7.65% 증가)를 보이고 있으나, 2010~12년에는 증가 속도가 약간 감소한 것으로 나타났다(연평균 1.01%).

2012년 기준 전체 발전량 중 가장 큰 비중을 차지하는 발전원은 43%를 차지하는 석탄이다. 1990년 이후 석탄 발전량은 큰 폭으로 증가(1990~2012년 연평균 14.9%증가)한 것을 확인할 수 있고, 그 비중(1990년: 11.83%, 2012년: 43.29%) 또한 큰 폭으로 확대되었다.

원자력 발전은 2012년 기준 전체 발전량의 29%를 차지하여 두 번째로 높은 발전비중을 보였다. 원자력 발전비중의 경우 1990년 이후 지속해서 감소하는 추세를 보이고 있으나, 발전량 자체는 연평균 4.86% 씩 증가하였다.

천연가스 발전량은 꾸준히 증가하여 1990~2012년 사이 연평균 11.68%의 증가율을 보이고 있고, 전체 발전량에서 차지하는 비중 또한 큰 폭으로 확대되었다. 유류 발전량은 1990년 이후 지속해서 감소하였으나, 2010~2012년 사이에 큰 폭의 발전량 증가를 보였다(연평균 17.14% 증가).

수력 및 신재생 발전비중은 다른 발전원에 비해 상대적으로 발전량 및 그 비중이 미미한 편이나, 태양광·풍력·조력의 발전량 성장세가 2000년 이후에 뚜렷하게 관찰되고 있다(2000~2012년 연평균 56.75% 증가).

〈표 21〉 한국 연료별 발전 현황

(단위 : TWh)

	1990	2000	2010	2011	2012	연평균 변화율(%)		
						1990-2012	2000-2012	2010-2012
총 발전량	99.48	262.37	471.03	493.6	503.66	7.65%	5.58%	3.41%
(비중)	100%	100%	100%	100%	100%			
석탄 발전량	11.77	97.55	199.7	203.97	218.05	14.19%	6.93%	4.49%
(비중)	11.83%	37.18%	42.40%	41.32%	43.29%			
천연가스 발전량	9.6	28.5	100.9	113.15	109.09	11.68%	11.84%	3.98%
(비중)	9.65%	10.86%	21.42%	22.92%	21.66%			
유류 발전량	18.86	21.75	13.17	11.47	15.74	-0.82%	-2.66%	9.32%
(비중)	18.96%	8.29%	2.80%	2.32%	3.13%			
원자력 발전량	52.89	108.96	148.6	154.72	150.33	4.86%	2.72%	0.58%
(비중)	53.17%	41.53%	31.55%	31.35%	29.85%			
수력·신재생 발전량	6.36	4.02	5.35	6.44	6.17	-0.14%	3.63%	7.39%
(비중)	6.39%	1.53%	1.14%	1.30%	1.23%			
수력	6.36	4.01	3.68	4.6	3.97	-2.12%	-0.08%	3.87%
(비중)	6.39%	1.53%	0.78%	0.93%	0.79%			
지열	·	·	·	·	·	·	·	·
(비중)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%			
태양광, 풍력, 조력	·	0.01	1.67	1.84	2.2	·	56.75%	14.78%
(비중)	0.00%	0.00%	0.35%	0.37%	0.44%			

출처: IEA(2014)

3) 주요 부문별 온실가스 배출현황

1990년 이후 에너지부문의 배출량 및 배출비중은 지속해서 증가해 왔다(<표 22> 참조). 이것은 한국의 경제성장에 따른 전력 수요 확대와 산업부문의 에너지 수요증가에 기인한 것으로 볼 수 있다.

구체적으로 에너지부문의 주요한 배출원인 에너지전환 및 산업부문을 살펴보면 다음을 알 수 있다. 에너지전환 부문의 경우 1990~2012년 사이 연평균 8.16%의 배출량 증가를 보이고 있는데, 이는 높은 화력발전 비중과 발전량 증가에서 비롯된 것이다(<표 21>

참조). 한국의 산업부문 배출량도 꾸준히 증가하여 1990~2012년 연평균 3.97% 증가율을 보였는데 이는 에너지다소비업종의 성장에 따른 결과로 판단된다.

수송부문의 경우도 2012년 기준으로 약 12%의 배출비중을 보이고 있어 적지 않은 배출량 수준을 나타내고 있으며, 1990년 이후 약 두 배 이상의 배출량 증가를 보였다.

〈표 22〉 한국 부문별 온실가스 배출현황

(단위: MtCO₂)

부문	1990	1995	2000	2005	2012	연평균 변화율(%)		
						1990-2012	1990-2005	2005-2012
에너지	241.45	354.68	411.93	468.85	600.25	4.23%	4.52%	3.59%
(비중)	81.96%	81.25%	81.89%	83.74%	87.19%			
- 에너지전환	47.62	91.50	134.81	177.14	267.54	8.16%	9.15%	6.07%
	16.17%	20.96%	26.80%	31.64%	38.86%			
- 산업(제조 및 건설)	76.53	116.85	129.80	134.89	180.03	3.97%	3.85%	4.21%
	25.98%	26.77%	25.80%	24.09%	26.15%			
- 수송	35.48	64.70	69.92	81.84	86.36	4.13%	5.73%	0.77%
	12.04%	14.82%	13.90%	14.62%	12.55%			
- 탈루배출	5.37	3.10	4.11	5.43	8.32	2.01%	0.08%	6.28%
	1.82%	0.71%	0.82%	0.97%	1.21%			
산업공정	19.46	42.57	49.55	53.84	51.37	4.51%	7.02%	-0.67%
(비중)	6.61%	9.75%	9.85%	9.62%	7.46%			
농업	23.76	24.50	23.74	21.52	21.99	-0.35%	-0.66%	0.32%
(비중)	8.07%	5.61%	4.72%	3.84%	3.19%			
폐기물	9.91	14.78	17.80	15.68	14.81	1.84%	3.10%	-0.81%
(비중)	3.37%	3.39%	3.54%	2.80%	2.15%			

출처: UNFCCC Greenhouse Gas Inventory Data.

8. 시사점

먼저 위에서 살펴본 주요국의 감축목표를 토대로 다음과 같은 시사점을 생각해 볼 수 있다.

첫째, 감축목표의 형식에 있어서 선진국(EU, 미국, 일본)은 절대량 감축의 형식을 가지는 반면, 개도국(중국, 인도, 한국)은 다양한 방식을 취하고 있다는 점이다. 상당수의

개도국들은 Post-2020 감축목표의 형태로 BAU 또는 원단위 목표를 설정하였다. 이는 경제성장 중인 개도국들이 미래의 경제상황을 반영할 수 있는 상대적 감축목표를 선호하고 있다는 것을 의미한다(Briner and Prag, 2013).

둘째, EU를 제외하고 미국 및 일본은 교토의정서 상의 기준연도인 1990년을 더 이상 고려하고 있지 않다는 점이다. 기준년도 결정 역시 개별 국가의 독자적 결정 권한의 범주에 속하는데, 미국 및 일본은 자국의 배출량이 정점에 가까운 연도로 기준년도를 설정한 것으로 보인다. 이는 BAU 감축목표나 원단위 감축목표에서 절대량 목표로 전환하는 경우 배출정점이 중요한 기준점이 될 수 있음을 시사한다. 우리나라의 국제적 지위나 국내 외적 여건을 고려할 때 절대량 목표로의 전환이 불가피하다는 점을 감안하면, 우리나라의 배출정점에 대한 기술적 분석과 전략적 판단이 중요할 것으로 보인다.

셋째, 일부 국가는 감축목표를 구간으로 제시하고 있다. 가령, 미국은 2005년 대비 2025년에 26~28%의 감축을 계획하고 있으며, 중국은 배출원단위의 개선 목표를 60~65%라는 범위로 제시하고 있다. 이러한 현상은 배출전망의 불확실성을 반영하기 위함으로 볼 수 있다. 우리나라도 차후 감축목표 갱신 시 특정연도의 절대량 배출과 배출원단위를 감축목표 설정의 기준으로 해야 하는 경우 배출전망의 불확실성을 반영할 수 있는 구간 설정방안을 검토하는 것이 필요하다.

아울러 국가별 여건 분석을 통하여 얻을 수 있는 시사점은 다음과 같다.

〈표 23〉 주요 요소별 국가별 여건 요약

(단위: %)

국가	제조업 부가가치 비중 (%)	연료별 발전현황 비중(%)			부문별 배출 현황 비중(%)			
		화석연료	원자력	신재생	에너지	산업공정	농업	폐기물
EU	16.41	45.07	26.38	24.24	79.03	7.70	9.84	3.43
미국	11.95	68.39	19.46	10.70	84.81	5.16	8.12	1.91
일본	18.60	88.79	1.79	6.95	91.55	5.18	1.78	1.49
중국		77.81	1.94	19.36 ¹	77.28 ²	10.25 ²	10.97 ²	1.50 ²
인도	14.94	81.41	2.92	13.85 ¹	67.40 ³	5.81 ³	23.34 ³	3.45 ³
우리나라	31.00	68.08	29.85	1.23	87.19	7.46	3.19	2.15

¹연료별 발전현황에서 수력, 지열, 태양/풍력의 비중

²2004년 기준 부문별 배출현황 비중

³2000년 기준 부문별 배출현황 비중

첫째, 국가마다 다른 산업구조 및 발전원별 비중이 국별 배출량 구조에 상이한 영향을 미치고 있다. 따라서 주요 선·개도국의 온실가스 배출의 특징을 이해하기 위해서는 상이한 산업구조 및 발전원별 현황을 면밀히 살펴볼 필요가 있다. 그리고 감축목표 설정 시 산업구조와 에너지믹스에 대한 심층적인 고려가 요구된다고 볼 수 있다.

둘째, 중국 및 인도의 경우 경제성장과 이에 수반된 에너지 수요확대, 특히 전력수요 증가에 따라 온실가스 배출이 지속적으로 증가하고 있는 것을 판단된다. 이런 현상은 대다수의 개발도상국에서 유사하게 일어난다. 즉 에너지 수요 확대에 따른 전력수요 증가가 온실가스 배출증감 추세에 큰 영향을 미친다는 것이다. 따라서 주요 개도국들의 감축목표 달성여부에 대한 전망은 경제성장 추세와 에너지 수요 확대에 따른 전력수요 증감 추세 등에 대한 면밀한 검토 위에서 이루어져야 한다.

IV. 결론 및 향후 전망

본 연구는 선진국과 개도국 구분 없이 모든 국가가 온실가스 감축에 참여하는 신기후변화 체제가 형성되어 가는 과정과 신기후변화 체제에서 가장 중요한 요소로 대두된 INDC에 대한 협상쟁점과 선·개도국의 입장을 간략히 검토하였다. 또한 신기후체제의 형성에 주요한 역할을 하고 있는 주요 국가들을 중심으로 이들이 제출한 감축목표와 국가여건을 살펴보았다. 그리고 이를 통하여 감축목표 설정 시 우리나라가 참조할 수 있는 몇 가지 시사점을 이끌어냈다.

기후변화라는 전대미문의 위협에 대응하기 위하여 세계 각국 정부는 지난한 과정을 거쳐 파리협정이라는 합의에 도달하였지만, 협정을 구체화하는 과정에서 앞으로 새로운 난관이 예상된다. 특히 파리협정의 핵심이라고 할 수 있는 INDC에 대한 본격적인 논의는 지금부터 시작이라고 할 수 있다.

실제로 최근 2017년 5월에 개최된 파리협정 특별작업반 1부 3차 회의에서는 INDC의 특성, 정보, 산정의 의의(understanding), 지침(Further Guidance)의 목적(purpose), 지침의 주요 요소(Elements) 등에 대해 집중적으로 논의하였는데, INDC 지침의 일반사항에서 마저 국가 그룹 사이에 이견이 노출되어 합의에 이르지 못하고 있는 상태이다. EU와 군소도서국가 등은 INDC의 계량화(quantification), 합산(aggregation), 이행상의 진전

추적(track progress), 진전 원칙(progression), 최고 의욕성(highest ambition)을 강조하는 반면, LMDC/아랍그룹 등 개도국은 형평성 및 CBDR의 반영, 선개도국간 차별화 및 유연성, 대개도국 지원의 필요성에 보다 방점을 찍고 있다.

INDC의 특성, 정보 및 산정방식에 대한 국제사회의 논의는 앞으로도 지속적으로 진행될 것인바, 관련 전망 및 우리나라의 전략을 제시하며 본 연구를 마무리하고자 한다.

첫째, 최근까지는 INDC의 제출 자체에 대해서 주로 관심이 집중되었지만, 앞으로는 INDC의 내용에 대해 관심이 집중될 것이다. 즉, INDC 관련 논의의 초점이 ‘양’에서 ‘질’로 전환될 가능성이 크다. 이 과정에서 INDC의 명확성과 비교가능성을 제고시키기 위한 방안이 논의될 것이며, 이는 곧 INDC의 부수정보에 대한 논의로 이어질 것이다. 또한 INDC 제출 시 같이 제출해야 하는 부수적 정보의 목록을 확대하고 질을 높이려는 논의가 예상된다. 현재는 개도국도 낼 수 있는 정보로 목록을 최소화시킨 상태로서, 이러한 정보만으로는 INDC의 투명성, 명확성, 비교가능성이 상당히 제약받고 있다. 따라서 선진국을 중심으로 INDC에 대한 정보목록 확대에 대한 요구가 있을 것으로 보인다. 이에 대해 우리나라는 투명하고 명확한 정보 제공에 대해 지지할 필요가 있다. 단, 감축목표를 지나치게 규율할 가능성이 있는 정보에 대해서는 충분한 분석이 선행될 필요가 있다.

둘째, 차별화 이슈는 지속될 가능성이 높다. 파리협정에서 모든 국가의 감축에 대해 합의하였지만 선진국과 개도국의 여건과 능력은 여전히 큰 차이를 보이고 있다. 현재 파리협정에선 차별적 요소가 최소화되어 규정되어 있다. 그러나 ‘Built-in Flexibility’, CBDR 등 차별적 요소를 위한 조항은 여전히 중요한 규정으로 역할을 할 것으로 보인다. 우리나라의 경우, 일률적 기준에 의한 차별화는 그로 인한 혜택을 받을 가능성이 적다. 따라서 우리나라는 다양한 요소에 의한 차별화를 추진할 필요가 있다. 이를 위해 우리나라에 특수한 차별적 요소를 심층적으로 검토할 필요가 있다.

셋째, INDC에 관한 한 설정과 검토에 대하여 ‘5년 주기’가 결정되었다. 또한, INDC와는 별도로 중기목표를 담은 장기 온실가스 저배출 발전전략을 수립하여 2020년까지 제출해야 한다. 이와 같은 주기와 장기적 요소를 감안하여 INDC에 대한 준비가 진행되어야 하며, INDC 준비과정에서 대두되는 이슈를 후속협상에 적절히 반영할 수 있는 범정부적 시스템이 구축될 필요가 있다.

[References]

- Bloomberg, “How Ambitious Are the Post-2020 Targets?” 2015. Retrieved from <https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/4/2015/10/2015-10-02-How-ambitious-are-the-post-2020-targets-UPDATE-2-Oct.pdf>
- Briner, G. and A. Prag, “Establishing and Understanding Post-2020 Climate Change Mitigation Commitments,” Climate Change Expert Group Paper No. 2013, OECD.
- China, “China’s Submission on the Work of the Ad Hoc Working Group on Durban Platform for Enhanced Action,” 2014. Retrieved from http://unfccc.int/files/bodies/application/pdf/20140306-submission_on_adp_by_china_without_cover_page.pdf
- EU, “Submission by Greece and the European Commission on Behalf of the European Union and its Member states,” 2014. Retrieved from http://unfccc.int/files/bodies/application/pdf/el-05-20-eu_adp_ws2_submission.pdf
- Government of China, “Enhanced to Actions on Climate Change: China’s Intended Nationally Determined Contribution,” 2015. Retrieved from <http://www4.unfccc.int/Submissions/INDC/Published%20Documents/China/1/China's%20INDC%20-%20on%2030%20June%202015.pdf>.
- Government of India, “India’s Intended Nationally Determined Contribution: Working Towards Climate Justice,” 2015. Retrieved from <http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/India/1/INDIA%20INDC%20TO%20UNFCCC.pdf>.
- Government of Japan, “Submission of Japan’s Intended Nationally Determined Contribution,” 2015. Retrieved from http://www4.unfccc.int/Submissions/INDC/Published%20Documents/Japan/1/20150717_Japan's%20INDC.pdf.
- Government of Latvia and the European Commission, “Submission by Latvia and the European Commission on behalf of the European Union and its Member States: Intended Nationally Determined Contribution of the EU and its Member States,” 2015. Retrieved from <http://www4.unfccc.int/Submissions/INDC/Published%20Documents/Latvia/1/LV-03-06-EU%20INDC.pdf>.
- Government of Republic of Korea, “Intended Nationally Determined Contribution,” 2015 Retrieved from [http://www4.unfccc.int/Submissions/INDC/Published%20Documents/Republic%](http://www4.unfccc.int/Submissions/INDC/Published%20Documents/Republic%20of%20Korea/1/20150717_Korea's%20INDC.pdf)

- 20of%20Korea/1/INDC%20Submission%20by%20the%20Republic%20of%20Korea%20on%20June%2030.pdf.
- Government of USA, “Intended Nationally Determined Contribution,” 2015. Retrieved from <http://www4.unfccc.int/Submissions/INDC/Published%20Documents/United%20States%20of%20America/1/U.S.%20Cover%20Note%20INDC%20and%20Accompanying%20Information.pdf>.
- India, “Submission by India on the Work of the Ad-Hoc Working Group on the Durban Platform for Enhanced Action: Workstream I,” 2013. Retrieved from http://unfccc.int/files/documentation/submissions_from_parties/adp/application/pdf/adp_india_workstream_1_20130913.pdf
- IEA, “Electricity information 2014”, International Energy Agency, 2014.
- Neumayer, E., “National carbon dioxide emissions: geography matters,” *Area*, Vol. 36, 2004, pp. 33~40.
- Ravallion, M, M. Heil, and J. Jalan, “Carbon emissions and income inequality,” *Oxford Economic Papers*, Vol. 52, 2000, pp. 651~669.
- Shafik, N., “Economic development and environmental quality: an econometric analysis,” *Oxford Economic Papers*, Vol. 46, 1994, pp. 757~773.
- Stern, Todd D., “The shape of a new international climate agreement.” Speech delivered on October 22, 2013.
- USA, “U.S. Submission on Elements of the 2015 Agreement,” 2014. Retrieved from http://unfccc.int/files/documentation/submissions_from_parties/adp/application/pdf/u.s._submission_on_elements_of_the_2105_agreement.pdf

웹사이트

- KOTRA. Kotra 국가정보(2014). <http://www.kotra.or.kr/search/search.jsp>. 2017년 1월 11일 최종 접근.
- OECD statistics. http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=SNA_TABLE6A. 2017년 8월 16일 최종 접근.
- UNFCCC Greenhouse Gas Inventory Data. http://unfccc.int/ghg_data/items/3800.php. 2017년 8월 16일 최종 접근.

<https://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=NZ&product=renewablesandwas>
te&year=2014. 2017년 8월 16일 최종 접근.

<https://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=NZ&product=renewablesandwas>
te&year=2014. 2017년 8월 16일 최종 접근.