

# 셰일가스 개발 확대의 기후변화 대응 영향



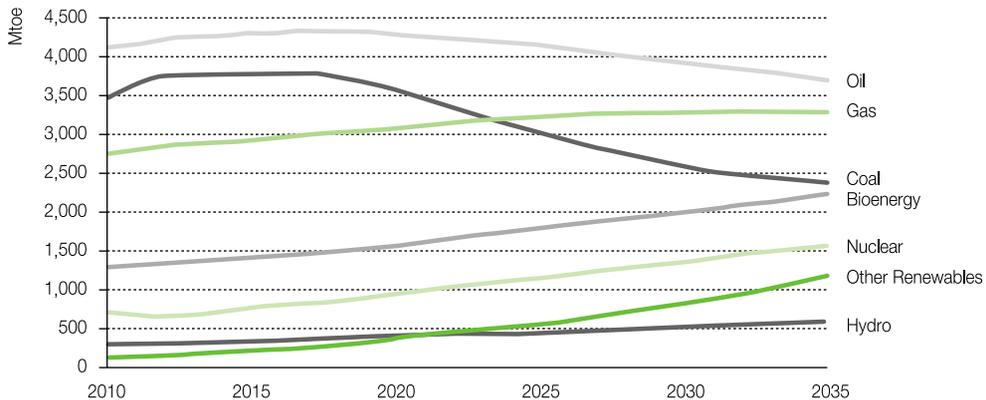
한국기후변화에너지연구소 소장 **이 명 규**  
(mkyulee1@gmail.com)

## 1. 서론

세계적인 에너지가격 상승으로 인해서 셰일가스(Shale gas)가 새로운 에너지원으로 부상하고 있다. 미국 에너지정보청(EIA)에 따르면 세계 셰일가스의 매장량은 7,300조 입방피트(Tcf)로서 전세계 천연가

스 총량의 약 32%에 해당한다.<sup>1)</sup> 또 이는 국제에너지기구(IEA) 추산으로 향후 전 세계가 60년간 사용할 수 있는 규모에 해당한다. 또한 IEA는 향후 셰일가스의 본격적 개발에 힘입어 2030년에는 천연가스가 세계 에너지원에서 차지하는 비중이 석유에 이어 2위가 될 것으로 전망하였다.<sup>2)</sup>

[그림 1] 세계 주요 에너지수요 전망



자료: IEA, 세계 에너지전망(2012)

1) U.S. Energy Information Administration, "Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources : An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries," 2013.6.10.

2) IEA, World Energy Outlook 2012, 2012.6.

셰일가스가 주목을 받게 된 이유는 새로운 자원의 발굴이라는 측면도 있지만, 전 세계에 고르게 매장되어 있어 서방국가들이 석유 및 가스를 중동 및 러시아에만 의존하지 않아도 된다는 지정학적 의미가 있다. 또한 온실가스 배출량이 많은 석탄을 대체함으로써 기후변화대응의 주요한 방안이 되며, 최근 기술발전으로 채굴비용이 낮아져 개발확대 가능성이 커졌기 때문일 것이다.

한편 기후변화대응의 관점에서 셰일가스의 채굴이 바람직한가에 대해 근래에 논란이 제기되어 왔다. 천연가스는 탄소함유량이 석탄대비 약 55%, 석유대비 약 70%에 달하여 온실가스 배출도 그에 따르게 될 것으로 인식되었으나,<sup>3)</sup> 천연가스의 일종인 셰일가스는 채굴과정에서 온실가스인 메탄이 누출되어 여타 화석연료, 특히 석탄 채굴시 보다 기후변화대응에 악영향을 미치리라는 분석 결과도 발표되어 셰일가스 개발을 추진하려던 정부 정책 당국자들을 곤혹하게 만들었다.

또한 셰일가스 개발이 일종의 버블로 될 가능성이 있다고 하면서 그 위험성을 문제 삼고 있는 의견도 제시되고 있다. 따라서 본고에서는 이러한 사안들에 대해서 그동안 제기되었던 내용들을 정리하여 보고자 한다.

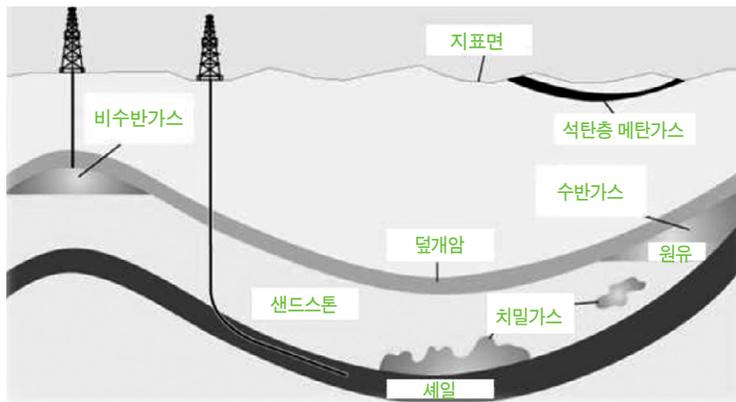
## 2. 세계 셰일가스 개발 현황과 전망

### 가. 셰일가스의 개념

천연가스는 전통가스(conventional gas)와 비전통가스(unconventional gas)로 구분되는데, 셰일가스는 비전통가스 중 한 종류로 셰일층(진흙이 쌓여 만들어진 퇴적암층) 내에 존재하는 천연가스를 지칭하는 말이다.

전통가스는 근원암(source rock)에서 생성된 이후

[그림 2] 천연가스의 종류 및 생성도



자료: EIA, 세계에너지전망(2011)

3) U.S. Environmental Protection Agency, Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks : 1990-2011, 2013.4, p.108.

유체투과도가 큰 저류암(reservoir rock)을 거쳐 배사구조 등 특정한 지질구조에 대량으로 집적되어 있는 가스를 말하며, 수직 시추를 통한 생산이 비교적 용이하다.

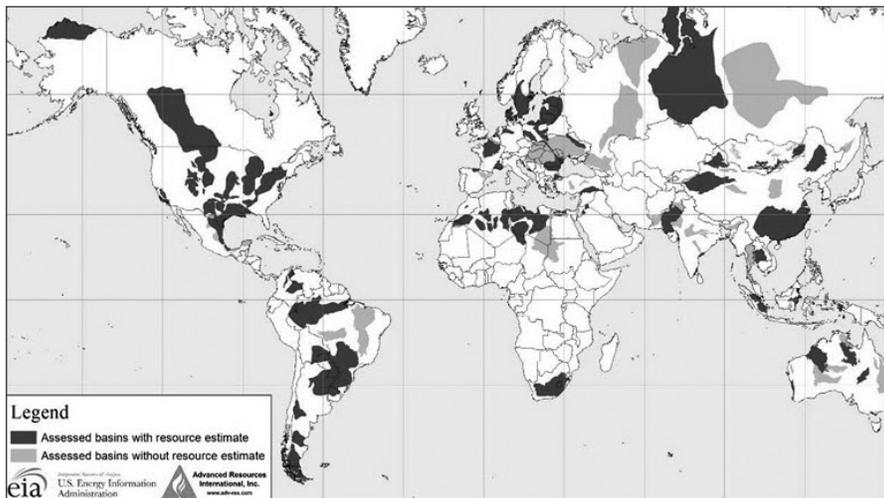
이에 반해 비전통가스는 암석층에 넓게 산포되어 채굴에 수평시추, 수압파쇄 등의 특수한 생산기술이 필요하며, 가스정당 집적 규모가 작아 채굴에 많은 비용이 소요되는데, 동 비전통가스는 셰일가스 외에 사암층에서 생산되는 치밀가스 및 석탄층에서 석탄 부생가스로 생산되는 석탄층가스를 포함한다.<sup>4)</sup> 이러한 셰일가스는 1980년대에 발견되었으나, 채굴기술의 미개발 등으로 2000년대 이후부터 미국을 중심으로 본격적 개발이 시작되었다.

## 나. 세계 셰일가스 분포

셰일가스는 전술한 바대로 기존의 천연가스가 중동이나 러시아 등에 집중적으로 매장되어 있는 것과 달리 특성상 세계에 고르게 분포되어 있다. 특히, 에너지수요가 많은 중국과 미국에도 많은 양이 매장되어 있다(〈표 1〉 참조).

또한 미국에너지정보청(EIA)에 의하면 셰일가스의 세계 매장량은 2011년에 6,622조 입방피트로 발표되었으나 탐사노력에 힘입어 2013년에는 7,299조 입방피트로 증가한 것으로 나타났는데, 이러한 규모는 전통가스의 약 47% 및 천연가스 총량의 약 32%에 해당하는 것이다.<sup>5)</sup>

[그림 3] 전 세계 셰일가스 분포도



자료: 미국 에너지정보청(EIA), Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources, 2013.6

4) 대외경제정책연구원, 주요국의 셰일가스 개발동향과 시사점, 2012.

5) 미국 에너지정보청(EIA), 전상서, 2013.6.



〈표 1〉 세계 10대 셰일가스 가채매장국

(단위: 조 입방피트)

순 위	국가	셰일가스 매장량
1	중국	1,115
2	아르헨티나	802
3	알제리	707
4	미국	665
5	캐나다	573
6	멕시코	545
7	호주	437
8	남아프리카	390
9	러시아	285
10	브라질	245
	기타	1,972
	합계	7,299

자료: 미국 에너지정보청(EIA), 2013.6

#### 다. 세계 셰일가스 생산 현황 및 전망

IEA 자료에 따르면 셰일가스를 포함한 비전통가스의 생산은 미국을 중심으로 활발하게 전개되어 2010년 현재 연 4,600억 입방피터로서, 천연가스 총 생산의 약 14%에 달한다. 이는 1990년 대비 물량으로는 7배, 전체 천연가스 대비 비중으로는 5배 증가한 것이며, 향후 2035년에는 생산량이나 전체 천연가스 대비 비중이 다시 현재의 2배에 달할 것으로 전망된다.<sup>6)</sup> 이렇게 셰일가스의 생산에 대한 전망이 지속적으로 증

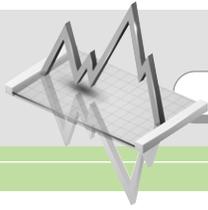
가할 것이라는 데는 1) 부존량, 2) 기술개발과 비용, 3) 환경적 제약 완화 등의 요인을 들 수 있다.<sup>7)</sup>

먼저, 셰일가스의 부존량은 향후 탐사노력에 따라 더욱 증가할 것으로 예상되므로 이는 생산량 증가에 기여할 것이다. 전술한 바대로 2011~2013년 중 매장량이 10% 이상 증가한 것으로 나타났다.

두 번째로 개발이 부진한 이유로 수입과쇄법 및 수평시추법 등 관련 기술력이 미흡하고 이에 따라 비용 부담이 크기 때문으로 평가되고 있다. 이는 점차 개선될 것으로 보여, 중장기적으로 셰일가스 생산이 여러

6) IEA, 전개서, 2012.

7) 녹색성장위원회, 셰일가스개발 확대가 기후변화대응 등에 미치는 영향, 2012.12, p. 70.



〈표 2〉 세계 비전통가스의 생산 현황과 전망

(단위: 십억 입방미터)

구 분	현황		전망	
	1990	2010	2020	2035
전체 천연가스	2,059	3,284	3,943~4,034	3,971~5,286
비전통가스	62	460	743~807	1,072~1,636
비전통가스 비율	3%	14%	19~20%	27~31%

자료: IEA, 세계에너지전망(2012)

지역에서 가능할 것이라고 본다.

- 수평시추(horizontal drilling) : 수직시추 이후 특정 깊이부터 수평으로 뚫어가는 기술
- 수압파쇄(hydraulic fracturing) : 시추 파이프에 뚫린 여러 구멍으로 물, 모래, 화학물질 등을 고압으로 분사하여 암석에 균열을 만드는 기술

세 번째로 유럽 국가에서는 셰일가스 개발로 인한 온실가스 누출 등 환경문제가 셰일가스 채굴에 상당히 부정적인 요인으로 작용해 왔다. 그러나 지속적으로 기술 개발에 따라 온실가스 누출문제가 해소되고 있어 각국의 참여가 증가할 것으로 전망되는 것이다. 최근 영국을 중심으로 유럽도 셰일가스 개발에 박차를 가하고 있다.

〈표 3〉 주요국 셰일가스 생산 전망

(단위: 십억 입방미터)

구 분	2010년	2020년 전망	2035년 전망
미국	358	383~489	274~580
캐나다	62	82~100	84~119
중국	12	37~112	112~391
유럽	1	0~11	0~77

자료: IEA, 세계에너지전망(2012)

〈표 4〉 천연가스 가격 현황 및 전망

(단위: 달러/Mbtu)

구 분	2011	2015	2020	2025	2030	2035
미국	4.1	4.4~4.6	5.4~5.5	6.3~6.9	7.1~7.6	7.6~8.0
유럽	9.6	10.9~11.2	10.8~12.1	10.4~12.9	10.0~13.4	9.6~13.7
일본	14.8	14.9~15.3	13.5~14.7	12.9~15.2	12.5~15.6	12.2~16.0

자료: IEA, 세계에너지전망(2012)



IEA는 셰일가스를 포함한 천연가스의 가격 현황과 전망을 <표 4>와 같이 기술하고 있다. 여기에서 미국의 천연가스 가격이 특히 낮은 것은 셰일가스의 생산에 기인한 것이라고 볼 수 있고, 유럽 역시 자체 가스생산에 따라 그 가격이 일본에 비해 낮은 것으로 나타나고 있다.

### 3. 셰일가스 개발과 세계 기후변화예의 영향

#### 가. 셰일가스 생산과 온실가스 배출

최근 셰일가스는 기후변화대응 관점에서 많이 논의되고 있다. 즉, 셰일가스는 천연가스의 일종으로서 사용 시에는 전통 천연가스와 동일하게 온실가스를 발생시키게 되지만, 생산 시에는 상대적으로 많은 온실가스를 발생시킨다는 것이다.

영국 맨체스터 대학의 Tyndall센터는 셰일가스의 생산 시 전통가스보다 가스정당 약 348~438톤의 CO<sub>2</sub>를 추가로 발생시킨다고 분석하고 있다.<sup>8)</sup> 이는 셰일가스의 가스정 건설 및 굴착, 그리고 수압파쇄법 사용 등에 의한 에너지 소요에 기인한다고 보고 있다(<표 5> 참조).

코넬대학 Howarth 교수는 셰일가스 생산 시, 가스정당 3.6~7.9%의 메탄이 누출되고 있고 이는 전통가스 생산 시보다도 1~2배 많은 양이라고 분석하였다(<표 6> 참조).<sup>9)</sup>

2011년 유럽의회 보고서<sup>10)</sup>에서는 단위당 전력생산 시 셰일가스와 전통천연가스 및 석탄의 온실가스 배출량 비교를 통해 생산 및 연소의 전과정을 보면 석탄이 온실가스 발생이 가장 많으나, 생산 및 운반과정에서는 셰일가스의 온실가스 배출량이 가장 큰 것으로 분석하였다(<표 7> 참조).

<표 5> 셰일가스 추출로 인한 가스정당 추가 배출 온실가스량

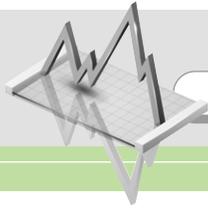
구 분	온실가스 배출량(tCO <sub>2</sub> )	전제	소요 에너지
수평 채굴	15~75	- 수평채굴 300~1,500m	- 디젤 18.6리터/m
수압파쇄	295	- Marcellus 사례 인용	- 디젤 109,777리터 소요
수자원 운반	26.2~40.8	- 60km 왕복 운반	- 983.11gCO <sub>2</sub> /km
염수 운반	11.8~17.9		
폐수처리	0.33~9.4	- 물 9~29 백만 리터	- 0.406tCO <sub>2</sub> /백만 리터
총 발생량	348~438	-	-

자료: Tyndall Centre for Climate Change Research, 2011

8) Tyndall Centre for Climate Change Research, University of Manchester, Shale gas : a provisional assessment of climate change and environmental impacts, 2011.1.

9) Robert Howarth, "Methane and the greenhouse-gas footprint of natural gas from shale formations," Climate Change, 2011.

10) European Parliament, Impacts of shale gas and shale oil extraction on the environment and on human health, 2011.



〈표 6〉 전통 가스와 셰일가스의 생산 시 메탄발생 비교

구분	전통 가스	셰일가스
가스전 구축 공사 시 발생	0.01%	1.9%
가스전 사이트에서 누출	0.3~1.9%	0.3~1.9%
가스 생산시 발생 폐수에 의한 메탄	0~0.26%	0~0.26%
가스 프로세싱 시 발생	0~0.19%	0~0.19%
가스 운반, 저장, 분배 시 발생	1.4~3.6%	1.4~3.6%
합계	1.7~6.0%	3.6~7.9%

주: 가스정당 생산 메탄대비 비율  
 자료: Robert Howarth(2011)

〈표 7〉 셰일가스와 석탄의 온실가스 배출량 비교

(단위: gCO<sub>2</sub>-eq/kWh)

구분		셰일가스	천연가스	석탄
생산	생산 및 운반	148.2	121.7	81.1
소비	연소	344.3	344.3	772.8
합계		493.0	466.0	854.0

주: 셰일가스 및 천연가스는 효율 57.5% CCGT(combined cycle gas turbine), 석탄은 Standard Turbine 이용  
 자료: European Parliament, 2011

#### 나. 온난화지수를 고려한 온실가스 배출 비교

2011년부터 미국 코넬대학을 중심으로 지구온난화 지수(Global Warming Potential, GWP)를 고려한 셰일가스의 온실가스 배출정도가 평가되고 이에 따라 셰일가스의 온실가스 배출량이 석탄보다 더 많다는 논의가 제기되었다.

지구온난화지수란, 이산화탄소가 지구온난화에 미치는 영향을 기준(CO<sub>2</sub>=1)으로 각 온실가스별로 지구온난화 기여도를 수치로 표현한 것이다. 적용기간에 따라 GWP는 달라지는데 IPCC는 원칙적으로 GWP를 100년 기준으로 제시하고 있다. 메탄의 생애주기는 약 12년으로 인정되어<sup>11)</sup> GWP는 20년 기준이 100년 기준보다 그 수치가 높다. 메탄에 대해서는 IPCC 자료 외에 최근 Shindell 등의 연

11) IPCC, 기후변화 제4차 평가보고서 부록, 2007.11.

12) Shindell D. T., Faluvegi G, Doch D. M., Schmidt G. A., Unger N, Bauer SE, "Improved attribution of climate forcing to emissions," Science 326, 2009, pp. 716-718.

구<sup>13)</sup>에 따른 수치가 널리 인용되기도 한다(〈표 8〉 참조).

코넬대학의 Howarth는 Shindell의 GWP를 적용하여 천연가스사용의 기후변화에 대한 영향을 경제하였다. 즉, 지구온난화 지수를 100년 기준으로 고려하는 경우, 셰일가스 : 석탄 = 85~115%로서 온실가스 배출량이 비슷하게 나타나지만 20년을 기준으로 하는 경우, 그 비율은 120~200%로서 셰일가스나 전통가스의 온실가스 배출량이 석탄보다 많다고 결론을 내리고 있다(〈그림 4〉 참조).<sup>13)</sup>

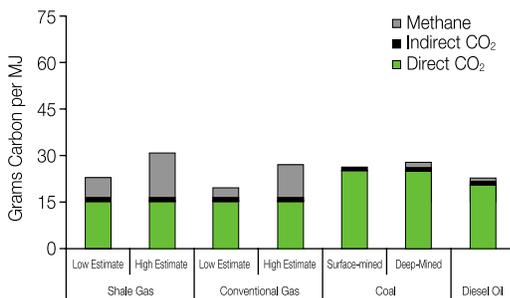
캐나다의 Jinsheng Wang 등<sup>14)</sup>도 코넬대학의 Howarth 교수가 발표한 셰일가스의 가스정당 온실가스 발생량이 3.6~7.9%라는 전제 하에서 온실가스 발생량을 GWP 외에 사용설비를 적용하여 비교 연구하였다. 온실가스 배출량은 사용설비의 효율성에 따라 달라질 수 있는 바, 가스 발전설비의 효율은 약 50.8%, 석탄 발전설비의 효율은 약 38.9%로 보고, 또 가스 연소 시 15gCO<sub>2</sub>/MJ, 석탄 연소 시 25gCO<sub>2</sub>/MJ의 온실가스 발생, 그리고 석탄 채굴 시 메탄 발생량

〈표 8〉 온실가스의 지구온난화지수

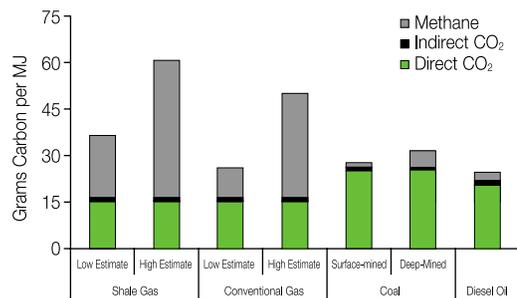
구 분	생애주기	IPCC(2007)			Shindell(2009)	
		20년기준	100년	500년	20년기준	100년
CO <sub>2</sub>	120년	1	1	1	1	1
메탄	12년	72	25	6.5	105	33

자료: IEA, 세계에너지전망(2012)

〈그림 4〉 셰일가스/전통 온실가스 배출량 비교



주: GWP 100년 기준 적용  
자료: Shindell D. T.(2009)



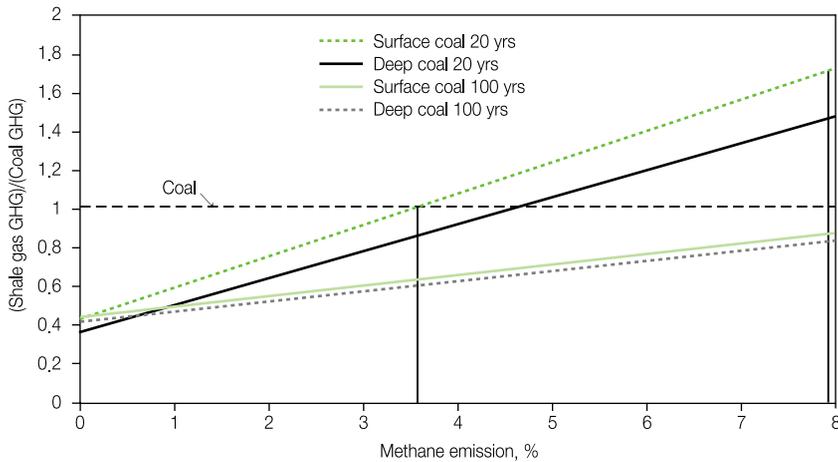
주: GWP 20년 기준 적용

13) Howarth, op. cit., 2011.

14) Jinsheng Wang, David Ryan, Edward J. Anthony, "Reducing the greenhouse gas footprint of shale gas," Energy Policy, 2011,10.

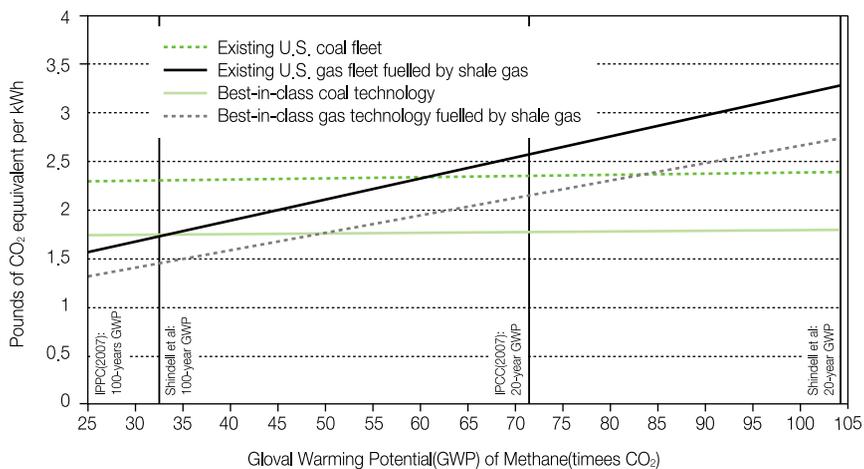
2.3m<sup>3</sup>~9m<sup>3</sup>/ton을 감안하면, 20년 주기의 경우 셰일 가스의 온실가스 발생량이 석탄의 0.87~1.71배, 100년의 경우에는 0.61~0.88배로 된다는 것이다. 메탄 배출 3.6~7.9% 범위를 보면 20년 기준의 경우 셰일 가스/석탄 비율이 1을 넘고 100년 기준에서는 1이하로 나타나는 것을 알 수 있다(그림 5 참조).

[그림 5] GWP 기준을 적용한 셰일가스와 석탄의 온실가스 발생 비교



자료: Energy Policy, 2011

[그림 6] GWP와 발전설비를 감안한 셰일가스와 석탄의 온실가스 배출 비교



자료: Post Carbon Institute, 2011



미국 신탄소연구소의 David Hughes<sup>15)</sup>도 GWP 및 발전설비를 감안하여 온실가스 배출에 대한 연구를 수행하였는데 그 결과도 상기 결론과 거의 유사하다. 즉 20년 기준으로 하는 경우 셰일가스의 온실가스 배출이 석탄보다 많으나, 100년을 기준으로 하는 경우 셰일가스의 온실가스 배출이 석탄보다 적은 것으로 나타나고 있다(그림 6) 참조).

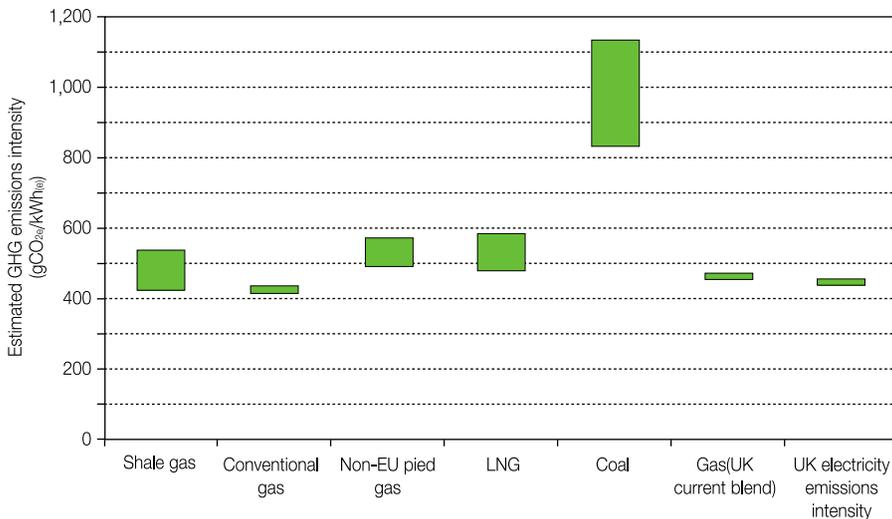
이에 따라 기존 발전설비의 경우 30~40년간은 석탄 발전설비가 셰일가스 발전설비보다, 최신 설비의 경우 40~50년간 석탄 발전설비가 셰일가스 발전설비보다 온실가스를 적게 배출할 것이라고 결론내리면서, 셰일가스도 석탄과 마찬가지로 환경제재를 받아야 할 것임을 강조하고 있다.

#### 다. 최근 온실가스 배출에 대한 연구결과

2012년 이래의 연구결과에서는 셰일가스 채굴에 따른 기술발전을 반영하여 셰일가스 생산시 배출되는 메탄의 양이 상당히 적다는 의견이 주류를 이룬다. 2012년 EC에 제출된 보고서<sup>16)</sup>에서도 셰일가스 발전이 전통적 유럽 파이프라인 가스발전보다 약 4~8% 온실가스 배출이 높으나, 석탄발전보다는 온실가스 배출량이 약 41~49% 낮다고 분석하면서 이는 대부분 연구기관의 의견이라고 주장하고 있다. 여기서 메탄의 GWP는 100년 기준으로 25를 적용하고 있다.

미국 환경보호청도 2013년 보고서에서 셰일가스의 온실가스 배출량이 종래 예상했던 것보다 적고, 환경

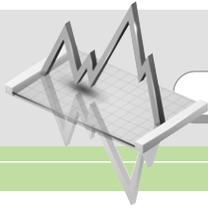
[그림 7] 연료원별 전력생산시 온실가스 발생 비교



자료: 영국 에너지기후변화부(2013)

15) David Hughes, "Life cycle GHG emissions from shale gas compared to coal, Post Carbon Institute," 2011.

16) Daniel Forster and Johathan Perks, "Climate impact of potential shale gas production in the EU," AEA Technology plc., 2012.7.



규제의 적용 및 장비의 발전으로 1990~2010년 중 셰일가스의 생산 및 운송과정상 메탄의 누출이 약 20% 감소하였다고 지적하고 있다.<sup>17)</sup> 또한 2010~2011년 중 국가 온실가스가 1.6% 감소하였는 바, 이는 부분적으로 석탄소비의 감소와 천연가스 소비의 증가에 기인한다고 하였다. 이는 최근 증가한 셰일가스의 온실가스 효과가 석탄보다 작다는 의미를 내포하고 있다고 할 수 있다. 한편 동 보고서에서 메탄의 GWP는 100년 기준 21로 적용되고 있다.

2013년 9월 발간된 영국 에너지 및 기후변화부 연구보고서<sup>18)</sup>는 코넬대학의 Howarth 교수가 셰일가스의 온실가스 배출량을 비현실적으로 높게 산정하였다고 평가하면서 셰일가스의 탄소 배출이 전통적 천연

가스와 비슷하다고 결론내리고 있다(그림 7) 참조). 즉, 셰일가스를 이용하여 발전된 전력의 kWh당 온실가스 배출량이 이산화탄소 환산량으로 423~536g로서 파이프라인으로 공급되는 전통적 천연가스 발전의 경우와 유사하며, 석탄을 이용하여 전력을 생산할 때 배출량 837~1,130g보다 훨씬 적다는 것이다. 참고로 동 보고서에서 메탄의 GWP는 100년 기준 25로 적용되고 있다.

### 라. 기후변화대응 영향 종합

셰일가스의 온실가스 배출 내지 기후변화예의 영향에 대한 논의를 종합해 보면, 셰일가스가 석탄보다 온실가스 배출이 많다는 의견도 있었지만, 대체로 셰일

〈표 9〉 시나리오별 셰일가스의 석탄대체에 의한 온실가스 감축

구분		2010	시나리오 1		시나리오 2		시나리오 3	
			2035	석탄 감소	2035	석탄 감소	2035	석탄 감소
석탄	수요 (MToe)	3,474	2,337	▼1,137	2,223	▼1,251	2,451	▼1,023
	온실가스 배출 (GtCO <sub>2</sub> )	-	-	▼4.6	-	▼5.0	-	▼4.1
셰일 가스	석탄대체 (MToe)	-	▲1,137	-	▲1,251	-	▲1,023	-
	온실가스 배출 (GtCO <sub>2</sub> )	-	▲2.7	-	▲2.9	-	▲2.4	-
온실가스 감축 (GtCO <sub>2</sub> )		-	▼1.9	-	▼2.1	-	▼1.7	-

자료: IEA, 세계에너지전망(2012)

17) U.S. Environmental Protection Agency, Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990–2011, 2013, 4.

18) David MacKay, Timothy Stone, Potential Greenhouse Gas Emissions Associated with Shale Gas Extraction and Use, Dept. of Energy & Climate Change, 2013, 9.



가스는 전통가스에 비해서는 약간 온실가스 배출이 많지만 석유 및 석탄에 비해서는 적다는 것이다. 따라서 그 사용 증가는 기후변화대응에 긍정적으로 작용한다는 결론을 내리고 있다.

IEA도 향후 예상되는 석탄의 감축량만큼을 셰일가스 증가로 대체한다는 가정 하에 기후변화/온실가스에 미치는 영향을 2035년에 약 20억 톤의 이산화탄소 감축이라는 분석 결과를 내놓았다. 이는 1) IEA의 장기 석탄 감축 예상량만큼 셰일가스로 대체한다는 시나리오, 2) 시나리오 1에서 제시한 감축되는 석탄량이 약 10% 많다는 시나리오, 3) 시나리오 1에서 제시한 감축되는 석탄량이 약 10% 적다는 시나리오를 전제로 할 때의 수치이다(〈표 9〉 참조).<sup>19)</sup>

#### 4. 한국의 셰일가스 도입 영향

##### 가. 셰일가스 개발의 위험성

에너지 및 지정학자인 William Engdahl이 셰일가스 붕괴론을 펴고 있어 주목된다. 셰일가스 신화는 1990년대말 IT관련 주식이나 리먼 파산을 일으킨 부동산 담보채권 버블과 마찬가지로 미국 금융계와 그 대리인인 분석자들이 과장하여 만들어 낸 것이며, 수년내 셰일가스 버블이 현실화할 가능성이 있다고 경고하고 있다.<sup>20)</sup> 그 이유로 몇가지를 들고 있다.

첫째, 셰일가스 산출량의 감소가 전통 천연가스전

보다도 훨씬 일찍 시작된다. 미국에 있는 많은 셰일가스정은 산출 개시 3년 만에 산출량이 약 79%에서 약 95%씩이나 감소해서 3년 만에 거의 고갈되어 버렸고, 그래서 미국 셰일가스 채굴의 정점이 금후 4년 내에 도래될 우려가 있다.

둘째, 그러한 셰일가스 산출량을 유지하려면 하나의 산출지역 내에서 새로운 다른 가스정을 계속 채굴해야 하게 되어, 셰일가스전의 순환 조업에 필요한 비용으로 매년 420억 달러의 신규 투자자금이 필요하게 된다. 한편 미국 전체 산출 셰일가스 매출규모는 325억 달러이기 때문에 매년 100억 달러의 적자가 불가피하다. 조업코스트는 시간이 갈수록 올라가고 회사운영은 적자가 심화될 가능성이 높고 실제로 주요 가스전 운영회사들이 재정적으로 어려움에 직면해 있다.

셋째, 미국의 천연가스 가격이 폭락하여 셰일가스의 장래가 불투명한 상황이다. 백만 입방피트당 천연가스 가격은 2005년 14달러에서 최근 3.5달러까지 폭락하였는데, 미국 셰일가스전은 대부분 가스가격 8~9달러에서 채산이 맞는 가격이라고 평가되고 있다.

넷째, 미국 오바마 대통령은 미국 내 100년 사용분의 가스매장량이 있다고 발표하였는데 여기에는 채산성 없는 가스도 포함되어 있으며, 경제성 있는 셰일가스 매장량은 150 조 평방피트로서 미국 소비의 7년치에 불과하다고 한다.

이러한 Engdahl의 견해는 논리의 전개가 과도한 면이 있으나 최근 셰일가스의 개발을 추진하고 있는 여타국들이 간과할 수 없는 면도 지적하고 있다고 생각된다.

19) IEA, World Energy Outlook 2012.

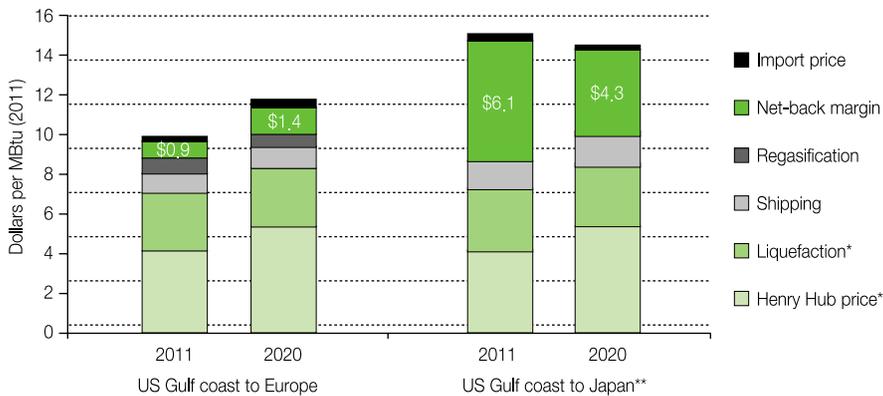
20) William Engdahl, The Fracked-up USA Shale Gas Bubble, Global Research, 2013.3.

### 나. 한국의 셰일가스 도입여건 분석

한국도 셰일가스 도입에 큰 관심을 보이고 있다. 그러나 한국 및 일본 등 동아시아 지역의 미국산 셰일가스 도입 가격은 그리 낮을 것 같지 않다. 그 이유는 미국산 셰일가스 수출 시, 동 지역에 대한 가격 마진이

높기 때문이다. 예컨대 미국 천연가스의 대유럽 가격 마진은 0.9(2011년)~1.4달러(2020년)/MBtu이나 대일본 가격 마진은 6.1(2011년)~4.3달러(2020년)/MBtu로 예상되고 이에 따라 셰일가스 공급가격은 각각 9.9(2011년)~11.2달러(2020년)/MBtu 대 14.5(2011년)~14.2달러(2020년)/MBtu로 될 것으로 보인다.<sup>21)</sup>

[그림 8] 미국으로부터의 천연가스(LNG) 수입 가격 비교



자료: IEA, 세계에너지전망(2012)

[표 10] 미국산 셰일가스 도입시 가격인하 효과

구분		2015	2020	2025	2030	2030
미국산 셰일가스가격(HH)		4.6	5.4	6.3	7.1	8.0
국내	전통가스(\$/MBtu)(A)*	15.0	14.3	14.5	14.7	14.8
수입	미국셰일가스(\$/MBtu)(B)**	11.8	12.7	13.7	14.7	15.7
(B-A)/A		- 21%	- 11%	- 6%	-	6%

주: \* 전통적인 가스가격은 일본의 수입가격을 적용  
 \*\* 셰일가스=115%×HH+6.5(해상수송비 + 액화비용)  
 자료: IEA, 세계에너지전망(2012)

21) IEA, WEO(2012), p. 130.



이에 따라 우리나라가 세일가스를 도입할 때 그 도입가격과 전통가스 도입가격을 비교하여 보면, 당분간 세일가스 도입의 가격인하 효과가 발생할 수 있지만 세일가스의 가격이 유가와 연동하여 안정세를 찾는 2035년부터는 전통가스에 비해 가격이 높아지는 것으로 분석되었다(〈표 10〉 참조).<sup>22)</sup>

또한 온실가스 배출 비용(\$23/tCO<sub>2</sub>)를 감안하여 세일가스 도입을 석탄 도입과의 가격경쟁력을 비교해 보면, 2015년 기준으로 세일가스는 석탄의 1.6배 정도 가격이 높게 형성되어 석탄에 비해 가격경쟁력에서 열세에 있는 것으로 분석되었다.<sup>23)</sup>

### 5. 결어

세일가스 개발이 기후변화에 미칠 영향에 대한 문제는 대체로 긍정적으로 평가되고 있다. 세계는 세일가스에 대해 당분간 석탄을 대체하는 bridge fuel 역할을 기대하고 있다. 또한 현재 LNG 수출비용이 고가라는 점을 고려할 때 세계 전역에서 운송비를 절감할 수 있는 세일가스의 개발은 또 하나의 에너지비용 및 온실가스 비용 감축방안이 될 것이다.

우리나라의 경우 도입가격 등이 불투명하여 그 유용성을 일률적으로 단정 짓기 어렵다고 보이지만, 우리나라의 에너지믹스상 원전비중의 감소와 병행하여 상대적으로 세일가스의 효용성이 커질 것으로 생각된다. 그러나 실제로 우리나라 기업 등이 미국 세일가스

를 도입하거나 미국 세일가스 산업에의 투자를 추진함에 있어서는 앞에서 언급된 위험성 등을 고려하여 신중한 결정이 필요할 것이라고 본다.

### 참고 문헌

#### 〈국내 문헌〉

녹색성장위원회, 세일가스개발 확대가 기후변화대응 등에 미치는 영향, 2012.12

대외경제정책연구원, 주요국의 세일가스 개발동향과 시사점, 2012

이권형, 강부균, 이시은, 주요국의 세일가스 개발 동향과 시사점, KIEP, 2012

이철희, 미국의 세일가스 혁명과 에너지 독립, 동양증권, 2012

이지평, 세일가스가 일으킬 글로벌 에너지·산업 지형 변화, LG경제연구원, 2012

장도민, 증권업계, '세일가스 붐' 거품 주의보, 서울파이낸스, 2012

정기철, 세일가스 개발 동향과 전망, KOGAS, 2012

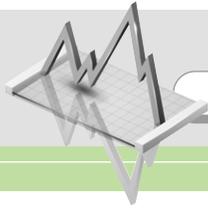
정유경, 세일가스가 가져올 3대 변화, 삼성경제연구소, 2012

KB금융지주 경영연구소, 세일가스 개발 현황과 영향 점검, 2012

IPCC, 기후변화 제4차 평가보고서 부록, 2007.11

22) 녹색성장위원회, 전제서, p.105.

23) 상계서, p.110.



## 〈외국 문헌〉

- ACS, "Life-Cycle Greenhouse Gas Emissions of Shale Gas, Natural Gas, Coal, and Petroleum," 2011
- Daniel Foster, Johathan Perks, Climate impact of potential shale gas production in the EU, AEA Technology plc., 2012.7
- David Hughes, Life cycle greenhouse gas emissions from shale gas compared to coal, Post Carbon Institute, 2011
- David J. C., MacKay FRS, Timothy J., Stone CBE, Potential Greenhouse Gas Emissions Associated with Shale Gas Extraction and Use, Department of Energy & Climate Change, 2013.9
- David MacKay, Timothy Stone, Potential Greenhouse Gas Emissions Associated with Shale Gas Extraction and Use, Dept. of Energy & Climate Change, 2013.9
- Engdahl, The Fracked-up USA Shale Gas Bubble, Global Research, 2013.3.13
- European Parliament, Impacts of shale gas and shale oil extraction on the environment and on human health, 2011
- Henry D. Jacoby, Francis M. O'Sullivan, Sergey Paltseva, The Influence of Shale Gas on U.S. Energy and Environmental Policy, 2012
- IEA, "Redrawing the energy-climate map," World Energy Outlook Special Report, 2013.6
- \_\_\_\_\_, World Energy Outlook 2012, 2012
- Jinsheng Wang, David Ryan, Edward J. Anthony, "Reducing the greenhouse gas footprint of shale gas," Energy Policy, 2011
- Robert W. Howarth, Renee Santoro, Anthony Ingraffea, Venting and leaking of methane from shale gas development: response th Cathles et al., Springer, 2012
- \_\_\_\_\_, Renee Santoro, Methane and the greenhouse-gas footprint of Natural Gas from Shale Formations, Springer, 2011
- Robert Watson, Timothy Considine, Nocholas Considine, John Martin, "Environmental Impacts," SRSI, 2012
- Royal Academy of Engineering, Shale gas extraction in the UK, 2012
- Ruth Wood etc., "Shale gas - a provisional assessment of climate change and environmental impacts," Tyndall Climate, 2011
- Shindell D.T., Faluvegi G, Doch D.M., Schmidt G.A., Unger N, Bauer, "Improved attribution of climate forcing to emissions," Science 326, 2009
- Tyndall Centre for Climate Change Research, University of Manchester, Shale gas : a



provisional assessment of climate change and environmental impacts, 2011.1

U.S. Energy Information Administration, Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources : An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries, 2013.6

U.S. Environmental Protection Agency, Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks : 1990-2011, 2013.4

〈웹사이트〉

<http://stateimpact.npr.org/pennsylvania/2013/09/09/u-k-study-shale-gas-wont-hurt-climate-change-targets/>

<http://www.carbonbrief.org/blog/2013/09/climate-change-is-biggest-shale-gas-risk,-government-scientists-say/>

[http://www.climatechangecenter.kr/ccc/information/resch/data\\_view.jsp?pGrpCode=05&pBbsCode=903](http://www.climatechangecenter.kr/ccc/information/resch/data_view.jsp?pGrpCode=05&pBbsCode=903)

<http://www.energytrendsinsider.com/2013/06/24/why-a-global-shale-gas-boom-is-key-to-combating-climate-change/>

<http://www.forbes.com/sites/kensilverstein/2013/05/05/does-shale-gas-production-alter-climate-change/>