

세계 지열발전산업 최근 동향

이 상 돈 대표이사
(주)이노지오테크놀로지

1. 서론

지열발전산업은 온실가스 배출이 거의 없는 재생에너지이면서도 24시간 365일 기저부하 발전이 가능하다는 장점으로 인해 지열자원이 우수한 화산지대 국가는 물론, 최근 들어서는 지열자원이 비교적 열위인 비화산지대 국가에서도 적극적으로 개발에 나서면서 성장세가 확산되고 있다. 지열발전소는 건설 후 발전소 운영단계에서 연료비가 필요 없기 때문에 유지관리비가 저렴한 장점이 있음에도 불구하고 지열에너지자원 개발 초기 탐사위험이 존재하고 자본회임기간이 장기간인 산업의 특성 상 그동안 재무적 투자자들의 외면을 받아왔다. 그러나 최근 몇몇 지열발전 선도국가를 중심으로 지열발전에 대한 적극적인 정부지원제도가 만들어지면서 지열발전시장이 급성장세에 진입하고 있다.

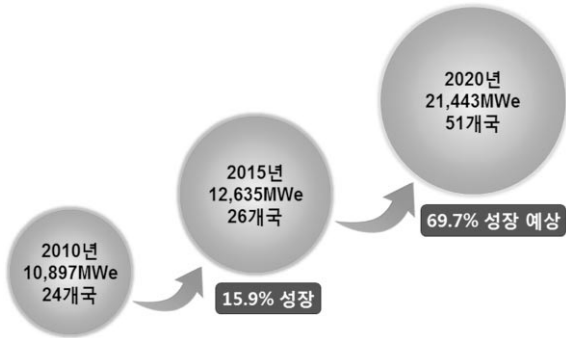
본고에서는 세계 지열발전산업의 최근 동향을 조사하여 분석함으로써 급성장하고 있는 세계 지열발전시장의 현황을 파악하고 우리나라 지열발전산업의 발전방향과 세계 지열발전시장으로의 진출방안을 모색해 보고자 한다.

2. 세계 지열발전시장 현황 및 성장 전망

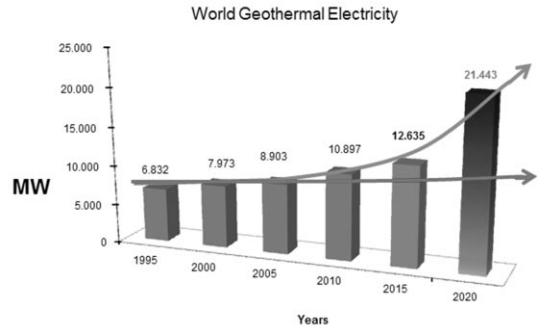
2.1 세계 지열발전시장 규모 성장 추이

세계 지열발전시장은 1950년대 200 MWe 규모로 시작하여 2010년에는 24개국 10,897 MWe 규모로 성장하였으며 2015년에는 26개국 12,635 MWe에 이르기까지 연평균 7.9%의 성장세를 보이고 있다. 그림 1은 세계 지열발전시장의 최근 성장 추이를 간명하게 보여주고 있다.

또한 2015년 호주 멜버른에서 개최된 World Geothermal Congress 2015에서 발표된 2020년까지의 지열발전소 건설계획에 따르면 51개국 21,443 MWe의 지열발전소가 건설될 것으로 추정되고 있어 세계 지열발전시장이 급성장세에 진입하고 있음을 알 수 있다. 2010년까지는 지열발전소가 화산지대국가 위주로 건설되어 지열 발전을 하는 국가가 소수였던 반면에 2020년까지의 계획은 비화산지대 지열발전기술인 EGS(Enhanced or Engineered Geothermal System)의 개발로 인해 지열 발전을 하는 국가가 2배 이상 대폭적으로 증가되고 있음을 확인할 수 있다. 그림 2



[그림 1] 세계 지열발전시장 현황 및 성장 추이



[그림 2] 세계 지열발전설비 규모 추이(Bertani, WGC 2015)

는 1995년부터 2020년까지의 세계 지열발전설비 규모가 평균 성장추세인 청색선을 벗어나 가파르게 상승하는 새로운 성장 추세(적색선)를 나타내고 있다는 것을 잘 보여준다.

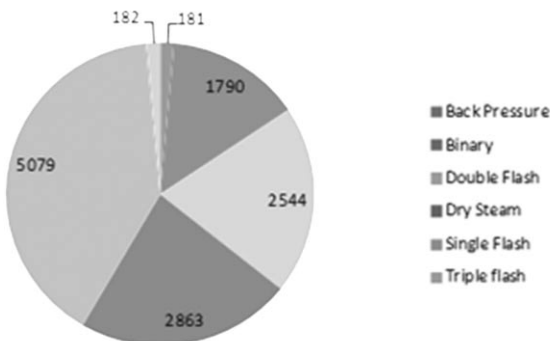
2.2 세계 지열발전설비 분포 동향

세계 지열발전설비는 아래 [그림3]과 같이 기수 분리기를 이용하는 습증기(Flash Steam) 방식이 전체의 61.7%인 7,805 MW이며, 건증기(Dry Steam) 방식은 22.7%인 2,863 MW, Binary 지열발전 방식은 전체의 14.2%인 1,790MW를 차지하고 있고 나머지 1.4%는 배압(Back Pressure)방식을 이용하고 있다.

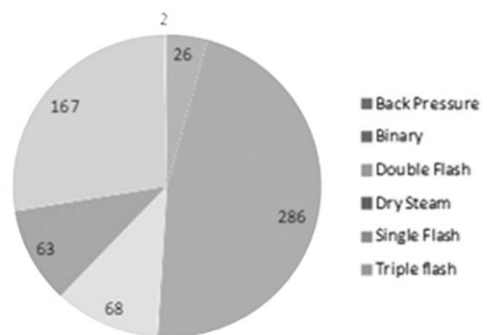
그러나 각 지열발전설비를 설치단위 Unit별로

살펴보게 되면 그림 4와 같이 설비용량별 구분과는 다르게 전체 612기의 지열발전기 중 저온 지열발전용인 Binary 지열발전기가 총 286기로서 전체의 46.7%를 차지하고 있으며, 지열발전설비용량으로 가장 큰 습증기 방식의 지열발전기는 총 237기로서 전체의 38.7%를 차지하고 있다. 그 밖에 건증기 방식이 63기로서 10.3%, 배압 방식이 26기 4.2%의 순으로 구성되어 있다.

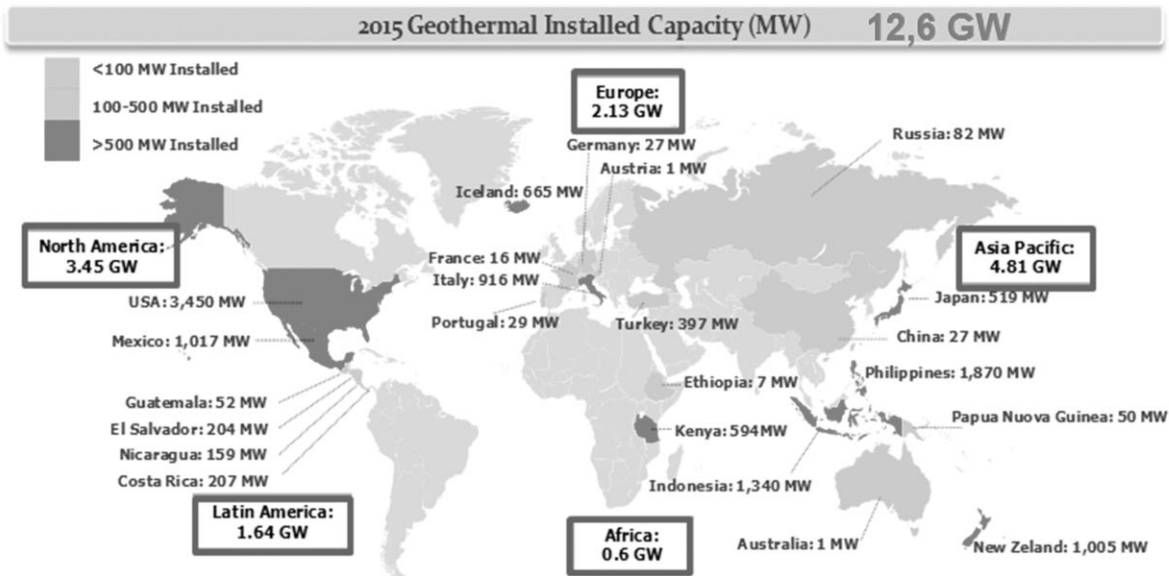
이는 지열발전방식이 더 이상 200℃ 이상의 고온지열수만을 이용한 전통적인 지열발전시스템만의 시장이 아니며 비화산지대를 비롯한 저온지열발전 시장이 크게 확대되고 있음을 보여준다. 그림 5의 대륙별 지열발전소 설치 현황을 보게 되면 아시아태평양지역과 북미지역이 포함된 환태평양화산대에 대부분의 지열발전소가 위치하고



[그림 3] 세계 지열발전설비별 용량 분포 (Bertani, WGC 2015)



[그림 4] 세계 지열발전설비 Unit별 구성 분포 (Bertani, WGC 2015)



[그림 5] 대륙별 지열발전소 건설 현황 (Bertani, WGC 2015)

있지만 유럽 본토와 호주 등의 비화산지대 지열 발전도 비록 작은 규모이지만 영역이 확대되고 있음을 보여준다.

지하고 있던 이탈리아(916 MWe)를 6위로 밀어내고 처음으로 5위권으로 진입하였다. 이는 뉴질랜드 정부의 재생에너지 중시정책에 따른 지열발전산업 투자확대에 따른 것이다.

3. 세계 지열발전산업 최근 동향 특징

3.1 세계 지열발전시장 상위 국가 동향

세계의 지열발전산업을 선도하는 지열발전설비 상위 국가는 환태평양화산대에 위치한 국가들로서 표 1과 같이 미국, 필리핀, 인도네시아, 멕시코, 뉴질랜드 순으로 지열발전산업이 활성화되어 있다. 이 중 뉴질랜드는 2010년까지 세계 5위를 유

3.2 2010년 대비 지열발전설비 총량 증가 상위 국가 동향

2010년 대비 지열발전소 설비 총량이 가장 많이 증가한 나라는 동아프리카열곡대에 위치한 케냐로서 국영전력회사인 KenGen의 주도로 국가 에너지 자립을 위하여 지열발전소 건설이 활발하게 추진되고 있으며 2020년에는 1,500 MWe까

<표 1> 2015년 지열발전소 설비 용량 상위 5개 국가

국가	2010(MWe)	2010(GWh)	2015(MWe)	2015(GWh)
미국	3,098	16,603	3,450	16,600
필리핀	1,904	10,311	1,870	9,646
인도네시아	1,197	9,600	1,340	9,600
멕시코	958	7,047	1,017	6,071
뉴질랜드	762	4,055	1,005	7,000

<표 2> 2015년 지열발전소 설비용량 증가량 상위 5개 국가

국가	설비량 증가 (MWe)	발전량 증가 (GWh)	% MWe	% GWh
케냐	392	1,418	194%	99%
미국	352		11%	
터키	306	2,637	336%	539%
뉴질랜드	243	2,945	32%	73%
인도네시아	143		12%	

<표 3> 2015년 지열발전소 설비용량 증가율 상위 5개 국가

국가	설비량 증가 (MWe)	발전량 증가 (GWh)	% MWe	% GWh
터키	306	2,637	336%	539%
독일	20		280%	
케냐	392	1,418	194%	99%
니카라과아	72	182	82%	59%
뉴질랜드	243	2,945	32%	73%

지 지열발전 설비용량이 증가하여 세계 4위권이 될 것으로 예측되고 있다. 그 밖에도 터키와 뉴질랜드가 각국 정부의 적극적인 지열발전산업 지원 정책에 힘입어 표 2와 같이 306 MWe와 243 MWe의 신규 지열발전소가 건설됨으로써 지열발전설비 증가량 3위와 4위에 오르는 강한 성장세를 보였다.

3.3 2010년 대비 지열발전설비 증가율 상위 국가 동향

2010년 대비 지열발전설비 증가율이 최상위인 국가는 표 3에서 보는 바와 같이 306MWe의 지열발전소가 신규로 건설되어 336%가 성장한 터키이다. 터키는 2007년 지열에너지법 제정과 지열발전 발전차액(FIT)을 기존의 0.105 USD/kWh에서 최대 0.132 USD/kWh까지 증액하는 2010년의 재생에너지법 개정을 통해 지열발전에 대한 지원체도를 강화하면서 폭발적인 지열발전산업 성장세를 보이고 있다. 또한 독일도 3차례에 걸친 지열발전 FIT를 2012년에 최종 인상하여 최대 0.3 EUR/kWh까지 부여하는 적극적인 지열발전산업 지원정책에 힘입어 2010년 대비 280%의 지열발전시장 성장세를 보이고 있다.

4. 결론

4.1 세계 지열발전산업 성장세 가속화

본고에서 살펴본 바와 같이 세계 지열발전산업은 지열자원이 우수한 화산지대 국가는 물론 지

열자원이 비교적 열위인 비화산지대국가에서도 빠른 성장세를 보이는 등 전세계적으로 지열발전산업의 성장세가 가속화되고 있다. 이렇게 지열발전시장의 성장세가 활성화되고 있는 나라들은 지열발전산업의 성장 요인이 지열에너지자원의 양과 질에 좌우되는 것이 아니라 지열발전에 대한 법제화 제정과 적극적인 지열발전산업 육성정책에 힘입은 바가 크다.

물론 지열발전 법제화 이전에도 지열발전은 가능하겠지만 지열발전 법제화를 통해 지열에너지자원의 개발에 필요한 정당한 지열개발권 부여로 사업 불확실성을 해소하고, 지열발전의 경제성을 충족시키기 위한 지열발전 FIT 등의 적극적인 경제성 지원정책을 시행함으로써 지열발전소 건설 후 전력 판매의 불확실성을 해결하게 된다면 민간부문의 재무적 투자를 촉진하여 지열발전산업을 더욱 활성화시킬 수 있을 것이다.

지열발전산업이 발달한 국가는 대부분 지열발전 법제화가 잘 정비되어 있는 국가들로서 지열발전 법제화 이후 지열발전소 건설이 큰 폭으로 증가하는 등 지열발전산업이 활성화되는 것을 세계 각국의 지열발전산업 동향을 통해 확인할 수 있었다.

4.2 우리나라 지열발전산업 육성에 주는 교훈

지열발전이 급성장한 국가는 대부분 지열발전시장에 FIT제도를 도입한 국가들인데 이는 지열발전 사업이 다른 신재생에너지발전사업에 비해 발전소 건설기간이 5년 내외로 장기간이며, 지열자원 탐사 리스크 및 초기 시추비용이 높아서 민간 금융자본의 투자 유치가 어렵기 때문이다. 따라서 지열발전산업에 대한 가장 좋은 육성정책은 장기적이면서도 전력판매가격이 안정적인 FIT제도로 지원하는 것이 세계 각국의 지열발전산업 동향 분석 결과로 볼 때 가장 좋은 육성방안이라고 판단된다.

실제로 2010년 이후 지열발전설비 증가율이 급

성장한 국가는 대부분 지열발전에 대한 FIT제도를 도입한 국가이며, 최근에는 지열자원이 매우 우수한 인도네시아, 일본 등의 화산지대 국가에서도 FIT를 도입하는 추세이다. 2010년 이후 가장 빠른 성장세를 보이고 있는 터키의 지열발전소 건설은 FIT가 도입된 2005년을 기점으로 우상향하기 시작하여 지열에너지법이 제정된 2007년부터 급속한 성장을 보이고 있고, 독일의 지열발전 산업은 아직 시장규모는 작지만 지열발전 FIT제도를 조기에 도입하고 비화산지대의 경제성에 맞도록 3차례에 걸친 FIT 가격 인상을 시행한 결과 지열발전소 건설 증가율이 괄목한 만한 성장을 이룰 수 있었다.

그러나 우리나라의 신재생에너지 지원정책은 발전차액제도에서 신재생에너지 의무할당제도(RPS)로 2012년부터 변경되었으며, 이로 인해 신재생에너지사업의 경제적 불확실성이 해소되지 못함으로써 후발 신재생에너지산업에 대한 성장세가 둔화되고 있다. 우리나라 지열발전산업은 다른 신재생에너지보다 늦게 출발하게 된 관계로 2014년 9월 12일에 뒤늦게나마 RPS제도에 편

입되어 신재생에너지 지원정책의 대상이 되었다. 그렇지만 세계 지열발전산업의 동향을 살펴볼 때 후발 지열발전국가로서 국제적 경쟁력을 확보하기 위해서는 다른 지열발전산업 성공국가의 사례를 따라 한시적이라도 지열발전에 대한 발전차액(FIT)제도를 도입하여 압축성장을 유도함으로써 지열발전 기술개발과 산업 활성화를 꾀하는 것이 바람직하다고 할 것이다.

참고문헌

1. Ruggero Bertani, 2015, Geothermal Power Generation in the World 2010–2014 Update Report, World Geothermal Congress 2015.
2. 이상돈, 2015, 지열발전 법제화와 지열발전 시장 성장과의 상관관계 연구, 한국신재생에너지학회 2015 춘계 학술대회.
3. 이상돈 et al., 2014, 이노지오테크놀로지, 서울대학교, 심부지열 개발·이용·보급을 위한 법제화방안 연구.