



하절기의 에너지원별 발전설비용량 대비 발전량에 관한 연구

†김청균

홍익대학교 트리보·메카·에너지기술 연구센터
(2018년 11월 13일 접수, 2019년 2월 16일 수정, 2019년 2월 17일 채택)

A Study on the Power Generation Compared to the Capacity of Power Generation Facilities by Energy Sources in Summer Season

†Chung Kyun Kim

*Research Center for Tribology, Mechatronics and Energy Technology
Hongik University, Seoul 121-791, Korea
(Received November 13, 2018; Revised February 16, 2019; Accepted February 17, 2019)*

요약

본 연구에서는 최근 4년간(2015년~2018년)의 하절기 기간(6월~8월)에 생산한 발전량 및 발전설비용량 데이터를 기반으로 천연가스, 석탄, 원자력, 신재생에너지 상호간의 가동률에 대해 비교·분석한 것이다. 기저발전을 담당하는 원자력 발전과 석탄 발전은 발전설비용량에 비해 실제로 생산한 발전량이 60% 정도로 높게 유지되었기 때문에 경제성을 확보한 것이다. 반면에 천연가스 발전과 신재생에너지 발전은 발전설비 투자 대비 실제 가동률이 29.5%와 27.3%로 대단히 낮아 발전원가를 낮추기 어려운 구조이다. 그러나 석탄 발전은 온실가스 및 미세먼지 발생량 측면에서 구조적인 문제점을 갖고 있다. 반면에 천연가스 발전은 상대적으로 온실가스 발생량이 적고 안전해도 첨두발전 체계에 묶여 경제성을 확보하기 어려운 구조이다. 따라서 발전정책의 변화가 있어야 에너지원간의 균형 발전이 가능할 것으로 예상된다.

Abstract - In this study, we compared the operational rates of natural gas, coal, nuclear power and renewable energy based on the data of power generation and power generation facilities produced in summer season(from June to August) during the last four years(2015~2018). Nuclear power and coal power, which are responsible for basic power generation, were guaranteed to be economical as the actual generation capacity remained 60% higher than the cost of power generation. On the other hand, natural gas generation and new renewable energy generation have a very low actual operation rate of 29.5% and 27.3% compared to investments in power generation facilities, making it difficult to lower the cost of power generation. However, coal generation has structural problems in terms of greenhouse gas, fine dust. On the other hand, natural gas generation is relatively low and even though it is safe, it is difficult to secure economic feasibility as it is bound by a peak power system. Therefore, it is only possible to achieve balanced development of energy sources when there is a change in the development policy.

Key words : power generation, power generation facilities, natural gas, coal, nuclear power, renewable-energy

†Corresponding author:ckkim_hongik@naver.com
Copyright © 2019 by The Korean Institute of Gas

I. 서론

전기는 화석연료(석탄, 석유, 천연가스 등), 원자력, 신재생에너지(풍력, 태양열, 지열, 폐열 등), 수력, 조력과 같은 다양한 에너지원으로 생산되고 있다. 화석연료 중에서 석탄은 지구촌 곳곳에 고르게 분포하고 있으며, 매장량 또한 풍부하여 2016년 기준으로 추정할 때 140년~200년간 사용할 것으로 예상하고 있다. 반면에 석유는 중동지역과 남미 등 특정 지역에 편중되어 지리적으로 볼 때 운송비용이 높다는 특징이 있으며, 가채연수는 50년~60년인 것으로 알려졌다.

최근 기후변화의 여파로 청정연료로 알려진 천연가스에 대한 관심이 급격히 높아지면서 미국, 유럽, 일본, 중국, 한국 등을 중심으로 소비량이 크게 늘어나고 있다. 더욱이 천연가스는 석유보다 폭넓은 지역에 매장되어 천연가스배관(PNG)나 LNG 선으로 운반이 용이하고, 가채연수도 55년~80년으로 오랫동안 사용할 수 있다.

화석연료와는 달리 온실가스 발생량이 없는 원자력이나 재생에너지는 미래 에너지원으로 각광을 받고 있다. 그러나 원전은 1986년의 체로노빌과 2011년의 후쿠시마 사고를 경험하면서 국내외적으로 원자력 발전소 증설에 강한 제동이 걸렸다. 반면에 바람과 태양광을 이용한 재생에너지 발전은 특히 유럽 국가를 중심으로 30% 이상의 발전비중을 담당하고 있다. 현재 재생에너지 생산기술의 발전속도로 볼 때 전력에서 담당하는 신재생에너지 비중은 50% 정도로 높아질 것으로 예상된다.

한국의 전력생산 현황을 보면, 미국이나 중국처럼 석탄 중심의 전력생산 시스템에 원자력 기저발전을 강화한 구조를 갖고 있다. 반면에 유럽에서는 재생에너지를 중심으로 환경오염원 발생량이 적은 천연가스발전을 채택하고 있다.

본 연구에서는 최근 온난화의 여파로 폭염기간이 길어지면서 여름철 전력공급의 변화와, 전력을 생산하는 발전설비용량을 에너지원별로 비교·분석하고자 한다. 특히 발전설비용량에 따른 실제의 발전량을 에너지원별로 분석하고, 향후 미세먼지 저감과 발전소의 위험성을 낮출 수 있도록 에너지원간의 균형발전 기반을 마련하고자 한다.

II. 분석 데이터

본 연구에서 사용한 에너지원별 발전설비용량과 발전량 데이터는 한국전력공사에서 공개한 '전력통계속보'[1-4]를 사용하였고, 여기서 언급한 발전설비

용량 평균값은 지난 4년간의 발전설비용량을 평균한 수치이다.

다만, 2014년 이전의 전력통계속보 자료에서는 신재생에너지 데이터가 별도로 제공되지 않아 2015년부터 2018년까지 무더위 기간에 해당하는 6월부터 8월까지의 발전설비용량과 발전량 데이터를 에너지원별 가동률에 대해 분석하고자 한다. 본 연구에서 언급한 발전설비용량 평균값은 지난 4년간의 발전설비용량을 평균한 수치이고, 모든 자료는 '전력통계속보'에서 제시되고 있다.

특히 지속되는 폭염기간의 예비전력 부족과 에어컨 냉방부하가 급증하면서 발전소의 설비와 실제 가동률에 대한 상관관계를 분석하면, 효율적인 발전설비 증설과 운영이 가능할 것으로 예상된다. 또한, 실제로 생산된 전력량과 발전설비용량 데이터는 기저발전을 담당하고 있는 석탄과 원자력 에너지, 그리고 첨두발전을 담당하고 있는 천연가스와 신재생에너지의 현격한 차이점도 지적될 수 있다.

최근 4년간의 하절기에 시행된 발전설비용량 및 발전량 데이터를 분석하면 2017년에 발표한 정부의 제8차 전력수급기본계획[5]의 정책적 변화가 감지될 것으로 판단된다.

III. 결과 및 고찰

본 연구에서는 한국전력공사가 공시한 '전력통계속보'자료 중 지난 4년간(2015년~2018년) 하절기(6월~8월)에 연관된 석탄, 원자력, 천연가스, 신재생에너지의 발전설비용량 및 발전량에 대해 비교·고찰한 것이다.

발전설비를 주요 에너지원별로 나타낸 Fig. 1의 분석 자료에 의하면, 지난 4년간 하절기의 발전설비용량 데이터 중 천연가스와 석탄의 발전설비용량은 매년 지속적으로 증가하다가 특히 2016년을 기점으로 급성장한 것으로 나타났다. 신재생에너지 발전설비 또한 2016년 이후로 지속적인 성장세를 유지하고 있다. 반면에 원자력 발전설비용량은 미세하지만 2018년에 처음 줄어든 것으로 정부의 탈원전 정책과 일치한다.

지난 4년간 발전설비용량 평균값이 가장 높은 에너지원은 천연가스 발전설비로 34,723MW이고, 그 다음은 석탄 발전설비로 31,928MW, 원자력 발전설비는 21,953MW, 신재생에너지 발전설비는 7,653MW으로 각각 나타났다.

발전설비를 투자측면에서 보면, 천연가스 발전과 석탄 발전의 경우는 발전소의 건설기간이 짧고, 투자비용이 상대적으로 작다는 특징이 있다. 따라서

석탄과 천연가스의 발전설비용량을 높게 유지하는 것이 발전설비 측면에서 유리하다. Fig. 1에서 보여준 것처럼 2017년 이후로 석탄과 천연가스의 발전설비용량은 높게 유지하고, 원자력 발전설비용량이 낮아진 데이터는 정부의 탈원전 정책과 신재생에너지에 의존한 전력생산을 추구한 전력정책과 연계된 것으로 판단된다.

Fig. 2에서는 2015년 이후 6월~7월의 하절기 3개월 동안 생산한 발전량을 에너지원별로 분석한 자료이다. Fig. 2의 발전량 데이터 분석결과에 의하면, 지난 4년간의 발전량 평균값이 가장 높은 에너지원은 석탄발전으로 18,984MW이고, 원자력 발전량은 13,130MW로 두 번째로 높다. 원자력 발전량은 발전량이 가장 높은 석탄발전을 기준으로 볼 때 69.2% 정도이고, 세 번째로 높은 천연가스 발전량 10,228MW에 비해서는 53.9%이며, 발전비중이 가장 낮은 신재생에너지의 최근 4년간 발전량 평균 2,092MW는 석탄 발전량에 비해 11%로 대단히 낮은 것으로 나타났다. 신재생에너지의 발전량 비중은 크게 낮지만, 2017년 이후 정부의 지원책에 힘입어 큰 신장세를 유지한 것은 향후의 특이사항이 될 것이다.

지난 2년간 여름철의 온도가 최고 40℃까지 치솟으면서 냉방전력이 급증하였다. 이것을 충족하기 위해 필요한 전력량의 대부분은 석탄발전에 의존한 것으로 나타났다. 또 하나의 특징은 2018년에 나타난 일시적인 현상이지만, 천연가스 발전량이 원자력발전보다 처음으로 높게 나타난 것이다. 현재의 신재생에너지 발전비중은 석탄발전의 11%에 불과하지만 2017년 이후로 폭력, 특히 태양광 발전설비의 지속적 증가세를 볼 때, 향후에 높은 발전량 증가가 예상된다.

Fig. 3에서는 매년 하절기의 총발전설비 용량 대비 각 에너지원별로 발전설비용량 비율을 각각 제시한 분석 데이터를 보여주고 있다. Fig. 3의 연간 발전설비용량/총발전설비용량 분석결과에 의하면, 지난 4년간 중 가장 높은 설비용량 비중을 차지한 천연가스 설비용량은 2015년의 33% 비중에서 2018년에는 32.2%로 2.4% 떨어졌다. 또한, 원자력 발전설비 비중은 2015년의 22.5%에서 2018년에는 18.6%로 무려 17.5%나 감축되었다.

반면에, 석탄발전 설비용량 비율은 2015년의 28%에서 매년 증가하여 2018년에는 31.4%로 약 12.1%의 높은 성장세를 보여주고 있다. 특히, 신재생에너지의 발전설비용량은 2015년의 5.6% 수준에서 2018년에는 8.6%로 54.1%나 급성장세를 나타내고 있다. 그러나 원자력 발전설비용량은 2015년의 22.4%의

비율에서 2018년의 18.6%로 17%나 큰 폭으로 줄어든 결과는 탈원전의 준비단계로 해석된다.

결국 석탄 발전설비는 지속적인 증설에 힘입어 성장하였고, 실제의 발전량 비중도 높아져 점진적으로 퇴조하는 원자력 발전량을 대체한 것으로 판단된다. 또한, 천연가스 발전설비는 침투발전을 담당하기 때문에 높은 설비투자에도 경제성은 더 떨어져 신재생에너지와 같은 지원책도 없이는 설비투자를 지속하기가 어려운 실정이다.

반면에 신재생에너지는 정부의 친환경 보조금에 힘입어 특히 태양광 발전설비를 많이 보급하면서 발전설비가 크게 증가하는 경향을 보여준다. 신재생에너지 발전설비가 보조금과 정책지원으로 높은 성장세를 유지하고는 있지만, 경제성을 중시하는 실제의 발전단계에서는 천연가스 발전처럼 신재생에너지 분야에서도 수익성 악화가 예상된다.

Fig. 4에서는 2015년 이후 여름철에 실제로 생산한 총발전량 대비 발전량 비율 평균치를 에너지원별로 제시하고 있다. Fig. 4의 발전량/총발전량 해석결과에 의하면, 4년간 매년 하절기의 발전량 평균비율이 가장 높은 에너지원은 40.6%를 기록한 석탄 발전이다. 그 다음은 원자력의 28.3%, 천연가스는 21.8%, 신재생에너지는 4.4%를 각각 기록하였다. 여기서 석탄 발전과 원자력 발전의 합계가 68.9%로 대단히 높으며, 이렇게 높은 비중은 선진국과는 다른 발전 패턴이다.

Fig. 4의 발전비중 특징을 보면, 석탄과 신재생에너지 발전 비중은 2016년 이후로 지속적인 성장세를 유지하지만, 원자력 발전 비중은 매년 감소하는 경향을 보여주고 있다. 더욱이 2017년 이후에는 정부의 탈원전 정책변화로 감소세가 약간 둔화되지만, 실제로는 큰 변동이 없다. 특히 미세먼지 여파로 화력발전소 잠정 중단이라는 정책을 발표하였지만 실제로는 석탄발전이 줄어들지 않았다. 다만 천연가스 발전량 비중은 매년 약간씩 늘어나고 있지만, 전체 발전량 비율을 낮게 유지되고 있다.

Fig. 5는 매년 하절기에 생산한 각 에너지원별 총발전량을 각 에너지원별의 총발전량설비용량 비율로 제시한 발전소 가동률 데이터이다. Fig. 5의 분석결과에 의하면, 지난 4년간에 걸쳐서 총발전설비용량 대비 총발전량 비율이 가장 높은 석탄발전의 가동률은 65.5%로 2015년에 기록되었고, 가장 낮은 가동률은 22.4%를 기록한 2016년의 신재생에너지 발전이다.

또한, 지난 4년간의 발전설비용량 가동률 평균치가 가장 높은 경우는 59.8%를 기록한 원자력 발전이고, 그 다음은 59.5%를 기록한 석탄발전이다. 이들

하절기의 에너지원별 발전설비용량 대비 발전량에 관한 연구

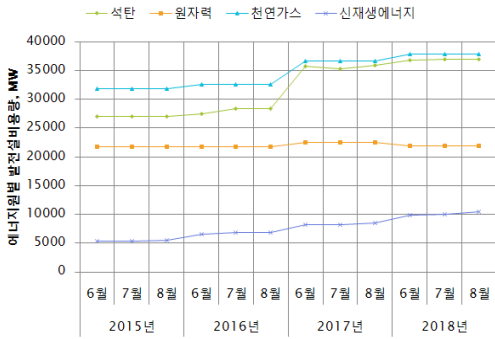


Fig. 1. Capacity of power generation facilities by energy sources in summer season during the last four years, MW.

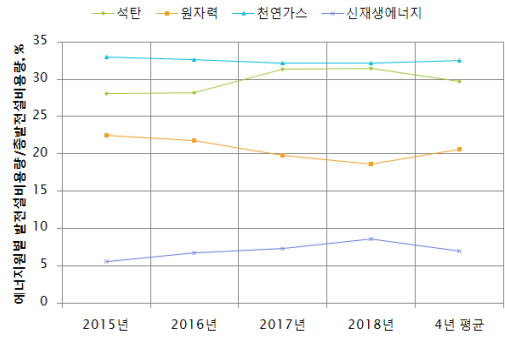


Fig. 3. Ratio of actual power generation capacity by energy sources compared to total power generation capacity in summer season during the last four years, %.

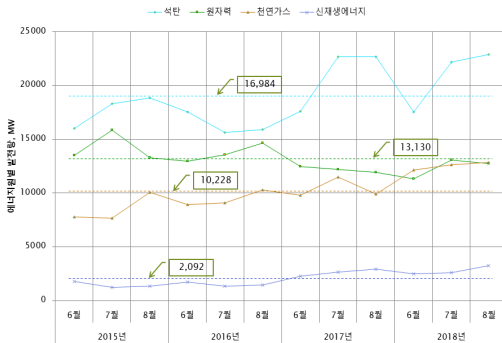


Fig. 2. Power generation by energy sources in summer season during the last four years, MW.

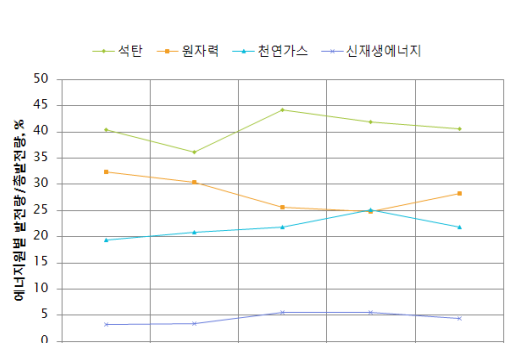


Fig. 4. Ratio of actual power generation by energy sources compared to total power generation in summer season during the last four years, %.

원자력과 석탄은 기저발전을 담당하고 있기 때문에 가동률이 높은 것은 당연하다. 다만, 이들 두 에너지원 의존도가 너무 높다는 것은 결국 원자력 발전의 위험성과, 특히 석탄발전의 미세먼지 환경오염에 대한 우려가 매우 높다.

반면에 천연가스 발전소 가동률은 29.5%와, 신재생에너지 발전소 가동률은 27.3%로 대단히 낮아 과잉 설비투자로 간주될 수 있다. 그렇지만 신재생에너지 발전은 대단히 낮은 가동률을 기록해도 친환경 에너지로 간주되어 적정수준의 발전단가 보상을 받기 때문에 문제가 없다.

결국 원자력 발전과 석탄 발전은 발전설비 평균 가동률이 60% 정도에서 유지되기 때문에 상대적으로 저렴한 발전단가를 유지할 수 있지만, 천연가스 발전은 청정에너지원임에도 불구하고 낮은 가동률과

높은 가격으로 경제성을 맞추기가 어렵다.

국내 발전설비와 발전량에서 나타난 에너지원별 분석결과를 요약하면, 지난 4년간 무더위 기간에 총발전설비용량 대비 에너지원별 발전설비용량 평균치에서 발전설비 비중이 32.5%로 가장 높은 천연가스가 담당할 실제의 발전량은 29.5%로 과잉설비투자에 해당된다. 반면에 석탄의 발전설비 비중은 29.8%이지만, 실제의 발전량은 59.5%로 발전설비 가동률이 대단히 높아 효율적인 투자라 할 수 있다.

결국 석탄과 원자력은 기저발전 에너지원으로 운영되어 설비투자 대비 높은 가동률로 경제성을 확보할 수 있지만, 천연가스는 첨두발전을 담당하기

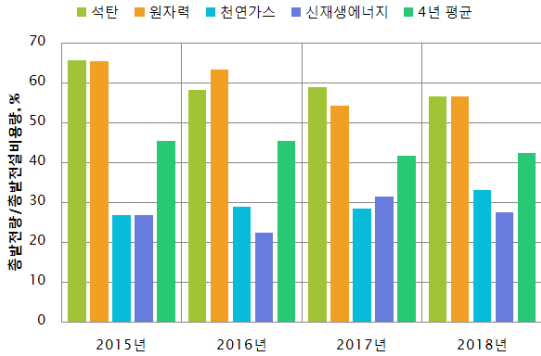


Fig. 5. Ratio of total power generation produced over the past four years(2015-2018) compared to total power generation facilities represented by energy sources in summer season, %.

때문에 생산원가를 낮추기가 어려운 구조이다. 이러한 결과는 예견된 것으로 전력거래소의 2017년 도 에너지원별 평균단가(원/kWh)에서 나타난 원자력 61원, 유연탄 78.5원, 천연가스 110.6원과 유사한 결과로 간주된다.

현재처럼 에너지원별 설비투자율과 가동률을 고수한다면, 천연가스와 신재생에너지는 과잉설비로 적자를 면하기 어렵다. 따라서 향후 발전단가를 결정할 때 설비투자 비율과 친환경 요소를 함께 고려하는 것이 에너지원간의 균형발전이 가능하다.

최근 4년간에 걸친 평균치에서 석탄 발전과 원자력 발전의 합계가 69%를 넘는다 것은 발전체계에서 문제점으로 지적될 수 있다. 특히 석탄과 신재생에너지 발전 비중은 2016년 이후로 지속적인 성장세를 유지하였고, 원자력 발전 비중은 매년 미세하지만 감소하는 경향은 미세먼지라는 환경오염원 증가와 발전원가 상승이라는 두 가지 문제를 함께 절충한 해결책이 제시되어야 한다.

정부가 탈원전을 선언한 2017년의 제8차 전력계획 이후에도 지속되는 폭염에 원자력 발전 감소세는 크게 낮아지지 않고 있으며, 특히 석탄 발전량의 증가는 환경재앙에 연계하여 시급히 해결해야 할 과제이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 우

선 천연가스 발전설비 가동률을 높여 미세먼지를 줄이고, 천연가스 발전에 따른 경제성을 확보하는 것이 중요하다.

IV. 결론

본 연구에서는 최근 4년간(2015년~2018년)의 무더위 기간(6월~8월)에 생산된 발전량 및 발전설비용량 데이터를 기반으로 천연가스, 석탄, 원자력, 신재생에너지 상호간의 가동률 상관관계를 비교·분석하였다.

기저발전을 담당하는 원자력 발전과 석탄 발전은 발전설비용량에 비해 실제로 생산한 발전량 비중이 높아 발전소 가동률은 60% 정도로 높게 유지되었기 때문에 경제성 확보가 가능하였다. 반면에 천연가스 발전과 신재생에너지 발전은 발전설비 투자 대비 실제의 가동률이 29.5%와 27.3%로 대단히 낮아 발전원가를 낮추기 어려운 구조이다.

그러나 석탄 발전은 온실가스와 미세먼지, 원자력 발전은 안전성 측면에서 구조적인 문제점을 갖고 있다. 반면에 천연가스 발전은 상대적으로 온실가스 발생량이 적고 안전해도 첨두발전 체계에 묶여 경제성을 확보하기 어려운 구조이므로 발전정책의 변화가 있어야 에너지원 상호간의 균형발전이 가능하다.

REFERENCES

- [1] KEPCO, "The Monthly Report on Major Electric Power Statistics", No. 446, (2015.12)
- [2] KEPCO, "The Monthly Report on Major Electric Power Statistics", No. 458, (2016.12)
- [3] KEPCO, "The Monthly Report on Major Electric Power Statistics", No. 470, (2017.12)
- [4] KEPCO, "The Monthly Report on Major Electric Power Statistics", No. 478, (2018.10)
- [5] Ministry of Trade, Industry and Energy, "The 8th Basic Plan for Electric Power Supply", (2017.12)