



전력위기의 원인과 대응방안¹⁾



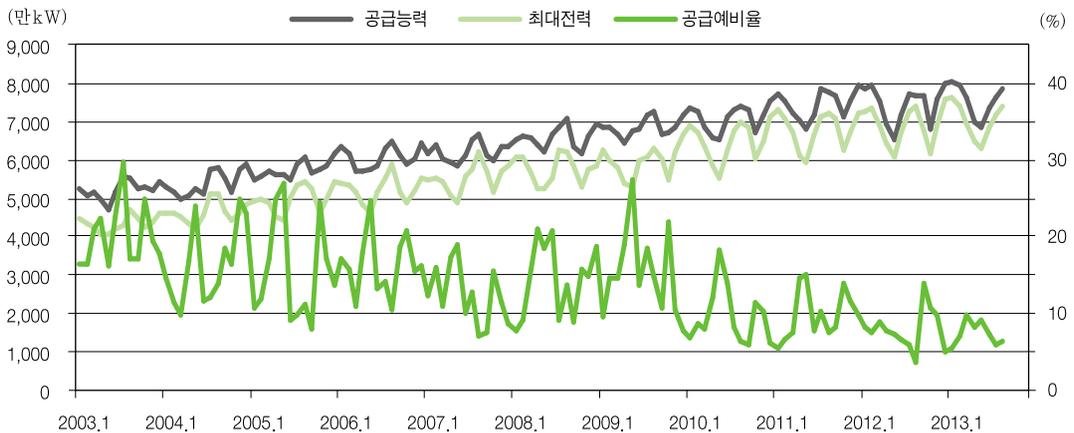
현대경제연구원 연구위원 장우석
(jangws@hri.co.kr)

1. 서론

최근 전력예비율이 10% 이하 수준으로 고착화되면서 매년 여름과 겨울에 전력난이 반복적으로 발생하고 있다. 작년 여름(2012년 8월)에는 전력 공급예비

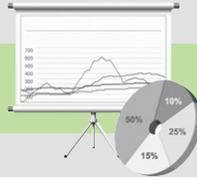
율²⁾이 3.8%로 사상 최저치를 기록하였으며, 지난 겨울(2013년 1월)에는 최대전력이 7,652만kW로 사상 최고치를 기록하였다. 올해에는 1월부터 8월까지 월별 최대전력 사용시 공급예비율이 10%를 넘어선 적이 한 번도 없는 실정이다.

[그림 1] 월별 최대전력 수급 추이



주: 공급예비율 = (공급능력 - 최대전력)/최대전력.
자료: 전력통계정보시스템

1) 본고는 장우석, "전력 수급관리의 전략적 마인드가 필요하다," 「VIP 리포트」, 현대경제연구원(2013.6)의 내용을 부분적으로 수정·보완한 것임.
2) 공급예비율 = (공급능력-최대전력)/최대전력.



이러한 상황에서 정부는 지난 5월, 올해 여름 전력 수요가 공급능력을 초과하여 예비력이 마이너스 198만kW까지 하락하는 초유의 상황이 발생할 수 있다고 경고하였다.³⁾ 최대 전력수요는 평년보다 높은 기온의 영향 및 경기효과 등으로 2012년 7,727만kW에서 2013년 7,870만kW로 143만kW 증가할 것으로 전망하였다.⁴⁾ 반면 공급능력은 원전 정지의 영향 등으로 2012년 7,708만kW에서 2013년 7,672만kW로 오히려 36만kW 감소할 것으로 예상하였다.

실제로 올해 여름에는 ‘관심’ 단계의 전력수급경보⁵⁾가 수차례 발령되면서 산업계와 국민들의 불안과 불편이 높은 수준에 도달하였고, 전력난의 근본적 해결책을 요구하는 목소리가 높아지고 있다.

이에, 본고에서는 반복되는 전력위기의 구조적 원인을 수요와 공급 및 외부효과 측면에서 살펴보고 해결책 마련을 위한 정책적 방안을 도출하고자 한다.

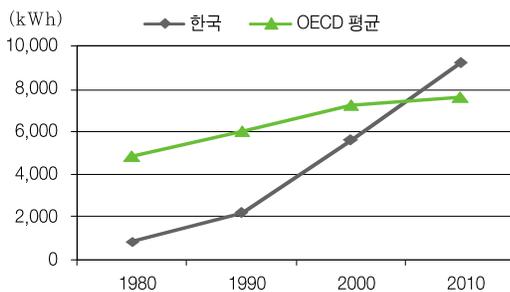
2. 전력위기 발생의 원인

가. 미흡한 전력 수요관리

우리나라의 전력소비량은 경제발전 및 생활수준 향상을 감안하더라도 과도한 수준으로 증가하여 전력위기의 근본적 원인을 제공하고 있다. 한국의 1인당 전력소비량은 1980년 858kWh에서 2010년 9,192kWh로 지난 30년 동안 10배 이상 증가하여 OECD 평균을 넘어섰다. 이에 따라 한국의 GDP 대비 총 전력소비량은 2010년 기준 0.44kWh/\$로 OECD 평균인 0.25kWh/\$에 비해 매우 높은 수준에 도달하였다. 이는 프랑스(0.20), 독일(0.18), 영국(0.14) 등 유럽 국가들뿐만 아니라 미국(0.29), 일본(0.22)에 비해서도 높은 수준이다.

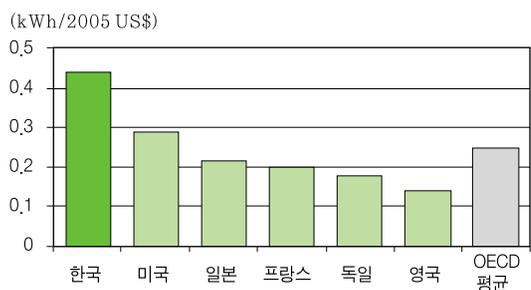
용도별로 살펴보면 산업용 및 일반용 전력소비량이

[그림 2] 1인당 전력소비량 증가 추이



자료: IEA/OECD

[그림 3] GDP 대비 총 전력소비량



주: 2010년 기준, 2005년 달러가치로 실질화.

자료: IEA/OECD

3) 산업통상자원부, 2013년 여름철 전력수급 전망 및 대책(2013.5.31).

4) 2012년 8월의 실제 최대전력 사용량은 7,429만kW이지만 이는 정부의 대책 시행으로 절전이 이루어진 결과치이며, 산업통상자원부는 대책 시행 전 전력수요를 7,727만kW로 보고 올 여름철 수요를 전망.

5) 전력수급경보는 예비전력량에 따라 준비(400만kW 이상~500만kW 미만), 관심(300만kW 이상~400만kW 미만), 주의(200만kW 이상~300만kW 미만), 경계(100만kW 이상~200만kW 미만), 심각(100만kW 미만) 등 5단계로 발령됨.



빠르게 증가하였으며, 주택용 및 기타 용도의 전력소비량은 상대적으로 낮은 증가율을 보였다.

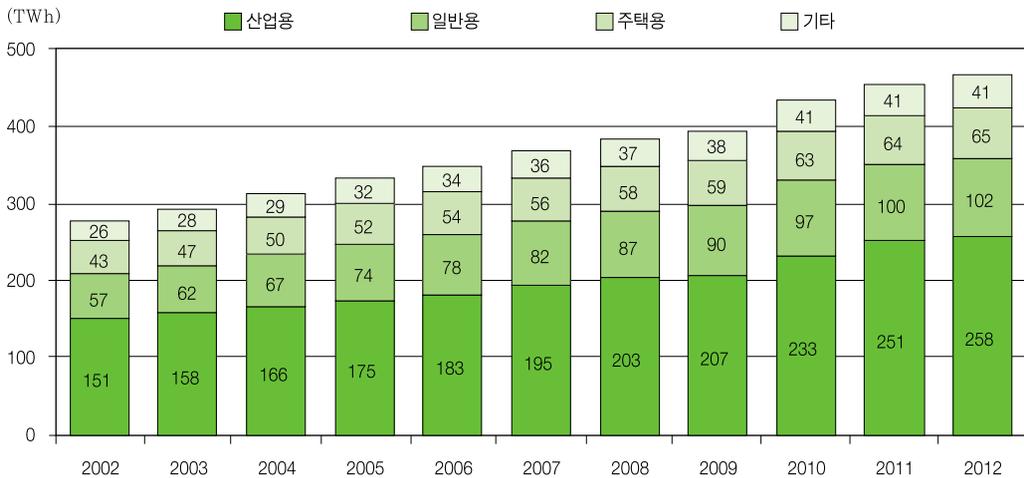
산업용 전력소비량은 2002년 151TWh에서 2012년 258TWh로 연평균 5.5% 증가하였으며, 일반용 전력소비량은 같은 기간 57TWh에서 102TWh로 연평균 5.9% 증가하였다. 일반용 전력은 주로 서비스업(도·소매, 음식·숙박업, 일반사무) 및 공공·행정업무용으로 이용되는 전력을 의미한다. 또한 주택용 전력소비량은 2002년 43TWh에서 2012년 65TWh로 연평균 4.2% 증가하였으며, 기타 용도의 전력소비량은 같은 기간 26TWh에서 41TWh로 연평균 4.6% 증가하였다. 기타 용도의 전력은 교육용, 농사용, 가로등, 심야전력 등을 의미한다.

우리나라는 제조업 촉진 정책에 따라 산업용 전력

을 낮은 가격으로 공급해왔으며, 이에 따라 산업용 전력소비량은 경제발전과 함께 꾸준히 증가해왔다. 그러나 이처럼 저렴한 산업용 전기요금은 에너지 다소비형 산업구조를 저에너지 산업구조로 전환하는 데 있어 걸림돌이 되고 있다는 비판에 직면하고 있으며, 최근에는 일본의 전력 다소비형 기업들까지 저렴한 전기요금을 이유로 생산기지를 한국으로 이전하면서 새로운 논란을 유발하고 있다.⁶⁾

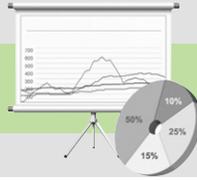
우리나라의 주택용 전력소비량은 OECD 평균에 비해서는 낮은 편이지만 독일, 영국에 비해 높은 수준이다. 한국의 1인당 GDP 대비 주택용 전력소비량은 60.2kWh/1,000\$로 미국(111.1), 일본(66.7), 프랑스(73.6)보다 낮지만 독일(48.1), 영국(50.8)보다 높은 것으로 나타났다. 독일은 원전 비중 축소, 적극적인인

[그림 4] 용도별 전력소비량 증가 추이

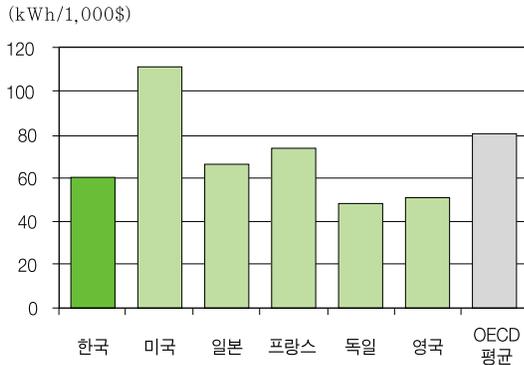


자료: 한국전력공사, 한국전력통계, 각년도

6) 연합뉴스 '전기요금 싸다. 대기업 한국에 투자 러시' (2011.1.12).

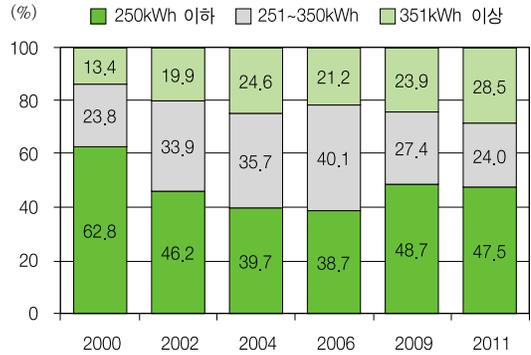


[그림 5] 1인당 GDP대비 주택용 전력소비량



자료: IEA/OECD

[그림 6] 전력사용량대별 표본가구 분포



자료: 한국전력거래소, 가전기기 보급률 및 가정용 전력소비행태 조사, 각년도

에너지절약 시책, 높은 주택용 전력 가격 등으로 주택용 전력사용량이 낮게 유지되고 있다.

한편, 주택용의 경우 전력사용량이 많은 전력 다소비가구의 비중이 증가하는 추세이다. 월평균 전력사용량이 351kWh 이상인 전력 다소비가구의 비중은 2000년 13.4%에서 2011년 29.5%로 두 배 이상 증가한 반면, 같은 기간 동안 전력사용량이 250kWh 이하인 가구는 62.8%에서 47.5%로 감소한 것으로 나타났다.⁷⁾ 이는 생활수준 향상에 따른 자연스러운 결과로 볼 수도 있지만, 한편으로는 현재의 전기요금 체계가 전력 다소비가구의 수요를 억제하는 데 한계가 있다고 해석할 수도 있을 것이다.

나. 수요를 따라가지 못하는 발전설비 확충

공급 측면에서 보면 발전설비 확충 속도가 수요증

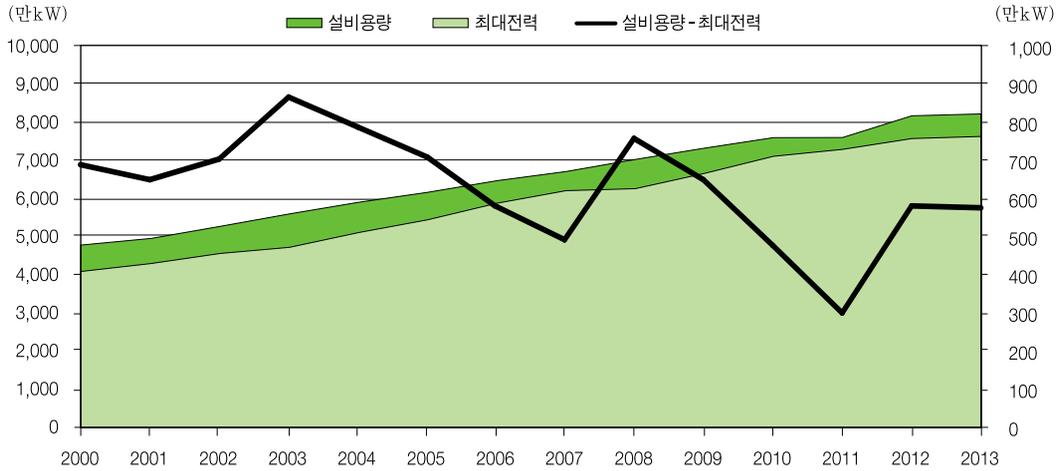
가 속도를 따라잡지 못하고 있어 전력위기의 구조화를 야기하고 있다. 우리나라의 연간 최대전력 사용량은 2000년 4,101만kW에서 2013년 7,652만kW로 1.87배 증가한 반면, 발전 설비용량은 같은 기간 4,788만kW에서 8,230만kW로 1.72배 증가하는 데 그쳤다. 발전설비 확충이 지속적으로 이루어지지 않고 있어 설비용량과 최대전력의 차이는 발전설비가 건설된 이후 일시적으로 여유를 회복하였다가 금세 하락하는 계단식 하강세를 보이고 있다.

시간이 지날수록 발전설비 확충에 어려움이 가중되는 이유는 환경오염에 대한 우려, 지역 주민의 반대 등으로 화력 및 원자력발전소 등의 주력 발전소의 추가 건설이 쉽지 않기 때문이다. 주요 전력원인 화력 및 원자력발전소 건설은 이산화탄소 배출, 위험성에 대한 인식 확산, 혐오시설의 기피 등으로 인한 지역 주민들의 반대로 추진에 난관이 조성되고 있다. 또한

7) 한국전력거래소, 가전기기 보급률 및 가정용 전력소비행태 조사.



[그림 7] 설비용량 및 최대전력 추이



자료: 전력통계정보시스템

<표 1> 발전소 건설 관련 주요 갈등사례

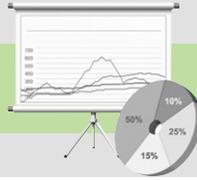
발전소 종류	위치	진행상황
화력 발전	경북 포항	무산(2012.7)
화력 발전	전남 고흥	무산(2012.10)
조력 발전	인천	무산(2012.10)
화력 발전	강원 고성	무산(2012.10)
화력 발전	경남 남해	무산(2012.10)
원자력 발전	강원 삼척	주민 반대로 난항
가스 발전	충북 보은	주민 반대로 난항

자료: 언론 보도 종합

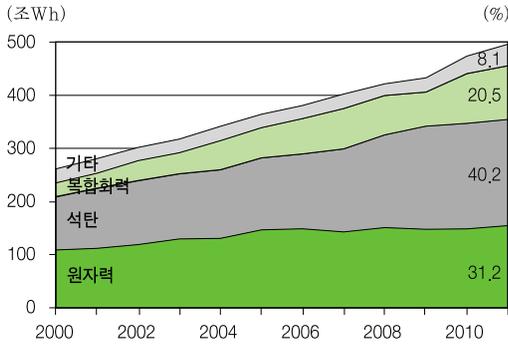
이산화탄소 배출이 적다고 알려진 조력발전소 역시 주변 환경의 훼손에 대한 우려 등으로 건설에 난항을 겪고 있는 실정이다.

다. 지속가능한 에너지원 개발 미흡

공급의 내용적 측면에서 볼 때 우리나라는 지속가능한 에너지원의 개발실적이 선진국에 비해 미흡한 실정이다. 우리나라는 여전히 전력생산의 91.9%를 3대 전원(원자력, 석탄, 복합화력)에 의존하고 있다. 2011년 기준 한국의 발전량 가운데 석탄이 차지하는



[그림 8] 주요 전원별 발전량 추이



자료: 전력통계정보시스템

비중은 40.2%이며, 원자력 31.2%, 복합화력 20.5% 등으로 나타났다. 지난 10년간 발전량은 꾸준히 증가하였으나 3대 전원에 대한 과도한 의존도는 개선되지 않은 것이다.

이에 따라 우리나라의 신재생에너지 발전량은 여전히 OECD 최하위 수준에 머물고 있다. 2010년 현재 신재생에너지를 이용한 발전량은 6,378GWh로 전체 발전량에서 차지하는 비중이 1.3%에 불과하다. 이는 독일(17.7%), 프랑스(14.2%), 미국(10.4%), 일본(10.4%), 영국(7.2%) 등의 선진국과 비교할 때 매우 낮은 수준이다.

주요 선진국은 안정적인 에너지원 확보를 위해 신재생에너지 보급을 꾸준히 확대해왔다. 신재생에너지를 이용한 발전은 초기 투자비용이 높지만 추가 연료비 없이 태양광, 풍력 등 자연에너지를 이용하여 지속적으로 전력생산이 가능하다는 장점을 가지고 있다. 또한, 신재생에너지를 이용한 발전은 오염물질을 배출하지 않고 사고 위험도 거의 없기 때문에 친환경적이고 안전하다는 장점이 있다. 소규모 분산형 신재생에너지 발전설비의 보급이 확산되면 중앙집중식 대형

<표 2> 주요국 신재생에너지 발전량 비교

구 분	발전량(GWh)	발전비중(%)
한국	6,378	1.3
미국	454,354	10.4
일본	116,059	10.4
프랑스	79,876	14.2
독일	109,795	17.7
영국	27,182	7.2

주: 2010년 기준.

자료: IEA, 'Energy Balances of OECD Countries' 2012 Edition

발전소의 공급 부담이 감소하여 전력난 완화에 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다. 그러나 우리나라의 신재생에너지 보급확대 정책은 아직까지 큰 실효를 거두지 못하고 있는 것으로 평가된다.

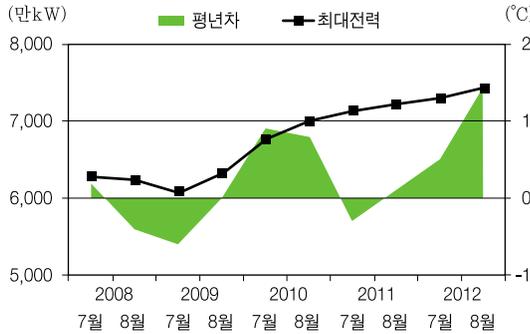
라. 이상기후로 인한 전력수요 급변동

최근 기록적인 한파와 폭염 등 이상 기후 현상이 빈번하게 발생하고 있는 상황은 전력수급의 불안정성을 가중시키는 요인으로 작용하고 있다. 지난 2012년 여름에는 7월 21일부터 8월 20일까지 한달간 폭염일수가 13.4일로 집계되었으며, 열대야 일수는 2000년 이후 최고치인 9.1일에 달하는 등 기록적인 폭염 현상이 지속되었다. 또한, 2010년 12월부터 2011년 1월까지 39일간 한파가 지속되면서 2011년 1월 평균 최저기온은 1973년 이래 최저를 기록하기도 하였다. 또한, 2011년 12월과 2012년 2월에는 기록적인 한파로 총 12곳의 일최저기온 극값이 경신되었다.

2010년과 2012년 여름에는 최고기온이 평년값을 크게 상회하면서 최대전력 또한 2010년 8월 약

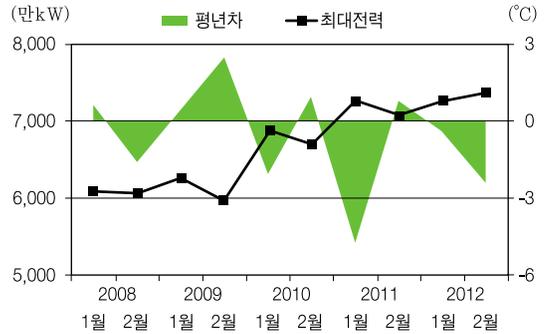


[그림 9] 여름철 이상고온 및 최대전력 추이



주: 1) 각년도 서울지역 7~8월 기준.
 2) 평년차는 해당 월평균기온과 평년기온과의 차이.
 자료: 기상청, 전력통계정보시스템

[그림 10] 겨울철 이상고온 및 최대전력 추이



주: 1) 각년도 서울지역 1, 2월 기준.
 2) 평년차는 해당 월평균기온과 평년기온과의 차이.
 자료: 기상청, 전력통계정보시스템

7,000만kW, 2012년 8월 약 7,400만kW 수준으로 급상승하였다. 또한, 2010년부터 2012년까지 3년 연속 겨울 기온이 평년값을 크게 하회하면서 최대전력 또한 2010년 이후 빠르게 상승하였으며, 2013년 1월에는 7,652만kW로 역대 최고치를 경신하였다.

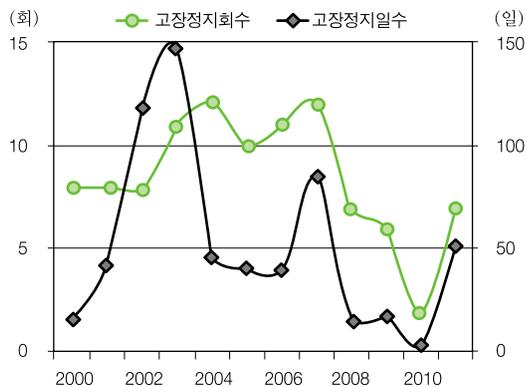
이처럼 여름철 이상고온과 겨울철 이상저온 현상이 자주 발생함에 따라 최대전력 사용량이 급증하고 전

력수요의 변동성이 증가하면서 수요 예측은 더욱 어려워지고 있다.

마. 원전의 돌발 정지로 인한 공급능력 급감

최근 원전의 불량부품 사용 문제에 따른 가동 중단 및 계획예방정비 기간연장은 전력 수급난을 더욱 가중

[그림 11] 원자력발전소의 고장정지

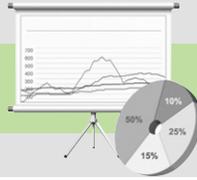


자료: 한국수력원자력

<표 3> 원자력발전소의 주요 고장·결함내역

구분	내용	설비용량
울진1호	2013. 1. 17 고장정지	95만kW
고리4호	2013. 4. 4 고장정지	95만kW
신월성1호	2013. 4. 23 고장정지	100만kW
신월성1호	2013. 5. 28 불량부품 발견	100만kW
신월성2호	2013. 5. 28 불량부품 발견	100만kW
신고리1호	2013. 5. 28 불량부품 발견	100만kW
신고리2호	2013. 5. 28 불량부품 발견	100만kW
신고리3호	2013. 6. 5 불량부품 의혹	100만kW
신고리4호	2013. 6. 5 불량부품 의혹	100만kW

자료: 한국수력원자력



시키고 있다.

이미 2012년 11월에 원전의 불량부품 사용이 적발되면서 계획정비기간이 2012년 말까지 연장된 바 있다. 특히 2013년 5월 다른 원전의 불량부품 및 미검증부품 사용이 적발되면서 원전 2기가 가동 중단되는 등 하절기의 전력공급에 차질이 발생하였다. 또한 현재 건설초기 단계에 있는 원전 2기 역시 부품성적서를 위조한 것으로 나타나면서 원전 운영에 차질이 발생하지 않을까 하는 우려가 확산되고 있다.

전력 공급예비율이 낮게 유지되는 상황에서 발전소 1기당 전력공급 비중이 높은 원전의 불시 정지는 전력 대란으로 직결될 수밖에 없다. 원전의 고장 정지를 최소화하기 위한 노력에도 불구하고 예상치 못한 고장 발생을 완전히 방지하는 것은 사실상 불가능하다. 예비 전력에 여유가 있는 시기에는 이 같은 가동 중단에도 큰 무리가 없었으나 전력예비율이 낮은 상태에서는 가동 중단이 큰 부담으로 작용하게 된다. 안전을 위해 고장 감지에 따른 가동 중단은 불가피하며, 불시에 발생한다는 점에서 이는 전력수급의 리스크 요인으로 작용할 수밖에 없다.

3. 전력위기 대응방안

전력위기의 구조적 원인을 근본적으로 해결하기 위해서는 수요관리 강화, 공급체계 개선, 에너지 효율향상에 주력할 필요가 있다.

첫째, 녹색발전(에너지절약을 통한 원전 하나 줄이기) 확산, 전력가격 현실화 등을 통해 전력 수요관리를 강화해야 한다. 에너지의 효율적인 전달을 위해 에너지 공급자에게 에너지소비 의무 절감량을 할당하는

EERS(Energy Efficiency Resource Standard) 제도를 도입하고 공공기관, 상가, 오피스 건물의 단열 기준을 높여 유리건물 신축을 억제하는 등 건축물의 에너지효율성을 제고할 필요가 있다. 또한, 누진제 강화, 요금구조 세분화 등을 통해 전력 다소비가구의 에너지절약을 유도하고 필수적이지 않은 낭비성 전력의 소비를 줄여 전력공급 부담을 해소해야 한다.

둘째, 소규모 분산형 발전시스템 확충으로 중앙집중식 대형 발전소 건설에 따른 사회적 비용을 절감할 필요가 있다. 도심의 건물 옥상과 벽면, 유리창 등에 태양광 발전을 설치하고, 에너지저장 시스템(ESS) 보급을 확대하는 등 분산형·자립형 전력생산 시스템을 구축하는 것은 전력난 해소에 크게 기여할 것이다. 또한, 소수력발전의 확대, 에너지 자립마을 건설 등을 통해 대형 발전소에 대한 의존도를 낮추고 원거리 송전의 필요성을 감축하는 것이 바람직하다.

셋째, 신재생에너지에 대한 R&D 투자를 확대하고 관련 산업 발전을 위한 생태계 조성에 주력해야 한다. 신재생에너지 발전단가가 기존 에너지원의 발전단가에 근접하는 그리드 패리티(grid parity)를 앞당기기 위해 R&D 투자를 확대하고 제도적 지원을 강화할 필요가 있다. 또한 전력가격의 현실화, 법·제도적 장치 강화를 통해 신재생에너지 보급에 유리한 환경을 조성하는 것도 시급한 과제 중 하나이다.

넷째, 피크요금제 등의 도입으로 피크 시간대 전력 수요를 분산시키는 한편 전력수요의 변동성 확대를 감안하여 예비력을 탄력적으로 운영해야 한다. 전력 피크가 예상되는 시간대에 5,000kW 이상 대규모 수용가에도 피크요금제를 적용하여 전력수요를 분산할 필요가 있다. 또한, 이상기후 현상으로 인한 전력수요의 급변동에 대비하여 예비력 운용기준을 강화함으로



써 전력위기에 대한 대비 수준을 높여야 한다.

다섯째, 원전에 대한 관리·감독을 강화하여 안전성을 확보하고 전력공급의 안정성을 제고해야 한다. 이를 위해서는 원자력안전위원회의 독립성과 투명성을 높여 실질적인 감독을 강화함으로써 원전의 안전성을 높이고 국민의 신뢰를 회복하는 것이 무엇보다 중요하다. 또한, 원전 가동률 제고를 통한 원가 절감보다 충분한 예방정비 기간 확보에 주력할 수 있도록 성과평가 기준을 개선할 필요가 있다.

참고 문헌

〈국내 문헌〉

- 국무총리실, 제1차 국가에너지기본계획, 2008
김철현, 일별·시간대별 전력 부하패턴 분석, 에너지경제연구원, 2013
산업통상자원부, 2013년 여름철 전력수급 전망 및 대책, 2013.5.31
한국전력거래소, 가전기기 보급률 및 가정용 전력소비행태 조사, 각년도
한국전력공사, 한국전력통계, 2013

〈외국 문헌〉

- International Energy Agency, Electricity Information, 2012

〈웹사이트〉

- 전력통계정보시스템, <http://www.kpx.or.kr/epsis>