



# 발전 시스템의 새로운 변화와 원전

Steve Kidd

원자력 컨설턴트 · 이코노미스트

재생 에너지의 출현과 소형, 복합 가스 발전 설비의 증가로 인해 전력 계통망(파워그리드)은 한층 더 복잡해지고 있다. 전통적인 발전소들이 그 동안 전력 시장에서 감당해 오던 역할을 계속 차지할 것인지 불투명한 현 상황에서 볼 때 원자력발전소들은 변함없이 경쟁력을 유지할 수 있도록 적응해 나갈 필요가 있다.

15년쯤 전에 런던에 있는 왕립 국제문제연구소(Chatham House)의 연구원 Walt Patterson의 저서 「전력산업의 전환 - 변화의 새 시대 (Transforming Electricity-The coming Generation of Change)」를 읽고 논평한 적이 있는데, 캐나다의 유망한 핵물리학자였던 저자는 원자력산업계에 등을 돌리고 영국에서 매우 유력한 원전 적대 세력의 일원이 되었다.

그 책의 내용은 원전을 특정해서 거론한 것은 아니었지만 중앙집중식의 대형 발전소에서 거대한 송전 계통망을 통해 원격지의 소비자들에게 전기를 공급해 주는 기존의 전통적인 전력 공급 모델은 이제 퇴장할 때가 되었다는 것이 주요 논지였다.

즉 전력 공급은 각 지역별로 나누어 현지에서, 궁극적으로는 각 가정에서 자체 발전 설비를 보유하되 잉여 전력은 나누어 주고 수요가 증가하여 전력이 부족하면 각

지역의 전력 공급망에서 제공받아 쓰는 분산 전력 생산 시스템으로 바뀌게 될 것이라는 이야기였다.

전력 공급이 이런 분산 전력 생산 시스템으로 전환되면 대형 발전 설비는 필요 없는 존재가 될 것이므로 원전은 필연적으로 지대한 어려움에 처하게 되는데, 실제로 원전의 근간인 기저부하 발전 방식에 의한 전력 공급이라는 개념 자체가 사라질 형편이라는 것이다.

그 책에 대한 나의 논평은 전혀 공감할 수 없다는 취지였는데, 분산 전력생산 방식으로 전환하게 되면 막대한 비용이 소요될 뿐 아니라 전력 공급상의 안전 문제도 발생시킨다는 사실에 초점을 맞춘 것이었다. 뿐만 아니라 전력소비자들이 기존의 광역 공급망으로부터 전기를 끌어다 쓰는 것보다 각 가정의 싱크대 밑에 소형 발전 설비를 갖추고 싶어할 것이란 증거도 없었다.

나는 또한 선진국에서는 풍력 발전이 별로 관심을 끌

지 못할 것이라고 보았는데 이런 내 생각은 결국 미래에 대한 예측은 언제나 신중하게 해야 한다는 사실을 한번 더 입증한 셈이 되었다.

풍력 발전이 전력 공급 방식에 대한 논의의 주류에서 더 이상 거론되지도 못하는 처지가 되면서 지난 50년 동안 해변/해상 풍력 발전에 기울여온 노력은 결국 어리석은 시도였다고 전력 생산의 역사에 기록될 것으로 보이지만, 그런 노력의 한 부분이었던 전력공급과 관련된 변화는 지속될 것으로 보인다.

분산 전력 생산 시스템은 선진국에서도 제대로 실현되기는 어렵겠지만 몇 가지 기본적인 변화는 생기고 있기 때문이다.

### 전력 수요

증가하는 전력 수요에 비해 공급이 부족하게 될 것이라는 해묵은 걱정은 이제 거의 사라지면서 우리는 언제부터인가 전력 풍요의 시대를 맞게 되었다. 대부분 석탄을 연료로 사용하는 발전소의 경우이겠지만 낡은 발전 설비가 고장나는 바람에 이따금 정전이 되는 수도 있어서 아직 걱정이 완전히 사라진 것은 아니지만 근본적으로 크게 걱정할 정도는 아닌 것이다.

한편으로 수요의 측면에서 보면 선진국에서는 전력 수요가 경제 성장과 비례하지 않는 경향을 점차 보이기 때문에 꾸준히 증가할 것으로만 여기던 전력 수요에 대한 예상은 오산이었음이 드러나고 있다.

이는 선진국의 산업구조가 중공업에서 서비스업으로 전환되었기 때문이라고 할 수도 있겠지만 사실은 대량의 전력 수요가 서유럽이나 북미에서 중국과 인도 같은 개발국으로 급격히 이동한 것과 궤를 같이 하기 때문인 것이다.

이들 개발도상국가에서는 증가하는 전력 수요를 맞추기 위해 추가적인 대형 발전 설비가 필요하므로 이처럼

급증하는 기저부하 발전 수요에 친환경적으로 대응할 수 있는 원전에게는 더할 나위 없이 이상적인 잠재 시장인 것이다.

선진국에서 발전 산업에 불어 닳치고 있는 변화 요구의 바람은 일반적으로 산업 구조상의 변화를 요구하는 바람보다 훨씬 거센데, 이는 과거보다 훨씬 효율적인 가전제품의 출현에 맞추어 에너지 절약이 매우 중요해졌기 때문이다.

현대 가정에서는 수많은 가전기기를 사용하고 있는데 반해 사용하는 전력량은 상대적으로 적어졌다. 특히 이제는 많은 사람들에게 최우선의 관심사가 된 스마트폰 충전에 쓰이는 전력은 크지 않을 뿐 아니라 스마트폰 제조 회사들이 소모 전력 줄이기에 전력을 기울인 결과 충전지의 사용 시간은 점점 더 늘어났다.

독일의 예를 들면 현재의 가정용 전력 소비량이 1990년의 소비량보다 적고, 매년 평균 2~3%씩 증가할 것으로 예상되던 세계적인 전력 수요가 현실적으로 의문시되기 시작하였다.

또한 에너지 절약이 가장 싸고 깨끗한 에너지를 선택하는 방법이라는 사실을 이제는 누구나 다 알게 되었는데, 에너지 효율의 극대화는 본질적이고 신속한 수익을 보장해 준다.

대표적인 예로 냉난방 시스템을 통해 많은 에너지를 절약할 가능성 때문에 효율적 에너지의 사용이 매우 중요한 요소로 취급되는 건축물 설계를 들 수 있다. 에너지 절약의 개념조차 없던 시절에 설계된 오래된 건물들은 에너지 절약의 실천에 걸림돌이 되고 있는 형편이므로 시설과 설비를 개선하거나 아니면 아예 헐고 새로 건물을 짓는 식으로 차근차근 해결해야 할 것이다.

더 비싸진 전력요금도 에너지 효율을 대폭 개선시킬 수밖에 없는 상황과 관련이 있다. 물가가 매우 소폭으로 오르거나 오히려 하락하고 있는 형편인 선진국들에서 새



로운 방식의 발전 설비가 건설되면서 부수적으로 투입되는 엄청난 재원 때문에 소비자 전력요금은 일반적인 물가 상승률에 비해 훨씬 더 많이 올랐다. 이는 주로 재생 에너지 시스템에 지불해야 하는 막대한 보조금 때문이지만 영국의 경우는 새 원전의 건설 계획이 비싼 가격으로 보장하는 전력요금에 기반하고 있기 때문이기도 하다.

비싼 전력요금은 저소득층을 에너지 빈곤으로 몰아넣을 위험성도 있겠지만 한편으로는 에너지의 소중함을 분명히 일깨워주는 계기가 될 수도 있다. 예전에는 전기를 마치 물처럼 손쉽게 얻을 수 있는 것으로 여기는 경향이 있어 대량으로 낭비되기 쉬웠지만 근래에는 사용하고 있는 전력 생산에 막대한 비용이 소요된다는 소비자의 인식이 매우 커졌다.

또 하나 점차 중요해지는 것이 전기의 저장 분야인데, 이는 아직까지 단속적인 생산 형태로 인해 불완전한 상태인 재생 에너지 자원이 완전한 상시 에너지 자원으로 개발될 때까지 반드시 필요한 부분으로서 현재는 충전기 기술을 통해서 의미 있는 발전이 이루어지고 있다.

이에 관한 일반적 분석 결과에 의하면 태양전지판 가격이 싸지면서 배터리 충전식 태양열 발전이 재생 에너지 가운데 경제적인 면에서 가장 큰 실현 가능성을 보여주고 있으며 가정에서 값싸게 생산되는 전기 또한 배터리 자동차 방식처럼 열에너지로 변환시켜 저장할 수 있게 되었다.

생산 방식을 불문하고 가격이 가장 비싼 것은 피크타임에 소비되는 전기인데 피크타임에는 고비용 발전 설비도 모두 가동되어야 하기 때문이다. 따라서 피크타임 전력의 수요를 낮추는 방향으로 인센티브를 주는 것이 바람직하다. 이는 인터넷을 이용하면 전력 수요에 대한 데이터를 생산, 저장, 관리를 수월하게 할 수 있기 때문에 가능하다.

또한 센서를 이용해서 전력 사용과 관련된 방대한 데

이터를 축적하고 그 관리를 전산화함으로써 소비자들이 피크타임을 피해서 전력 소비를 하도록 유도하는 인센티브를 제공해 줄 수 있다. 또 스마트 미터를 쓰면 현재 사용중인 전력의 요금을 수치로 표시해 줌으로써 전력 수요를 고르게 분산시키도록 유도할 수도 있지만 이 기술이 얼마나 빨리 실현될지 아직은 알 수 없으므로 소비자가 개별적 스마트 기기를 사용해 전력 소비의 효율을 극대화하는 것이 현재로서의 대안이 될 수 있다.

그렇지만 문제의 핵심은 수많은 소비자들이 모두 다 전력의 소비 절약을 실천하여 결과적으로 엄청난 변화를 함께 이루어내는 데 있는 것이다.

### 전력 공급 상황

전력을 공급의 측면에서 보면 문제는 사실 간단하다. 전력을 생산하는 그 자체는 그리 어렵지도 않을뿐더러 재생 에너지의 출현으로 전력 생산 수단의 선택의 폭이 매우 넓어졌기 때문에 수요를 좀 더 잘 관리할 수만 있다면 우리는 이미 에너지가 풍요한 세상에서 살고 있다고 말할 수 있다.

그 뿐만 아니라 북미 지역에서는 셰일가스 산업이 전력 시장을 뒤흔들어 놓고 있으며 유럽에서는 재생 에너지가 대세를 이루고 있다. 반도체 기술 덕분에 직류 송전을 한층 더 안전하고 탄력적으로 만들어 효율성을 높였기 때문에 송전 비용 역시 급락하였다.

실제적 적용에 문제가 많았던 전력 계통망(파워그리드) 또한 이제는 실용이 가능해졌기 때문에 이에 대한 투자는 발전소 자체에 대한 투자 못지않게 중요해졌으며, 특히 유럽에서는 재생 에너지를 전력의 공급망과 연결시켜 전력 시장에 진입시키는 데 전력 계통망(파워그리드)이 필수적인 역할을 감당하게 되었다.

이러한 변화들에 따른 자연스러운 결과로 일부 국가에



에너지 시장에서 확산되고 있는 새로운 조류에 비추어 원전을 기존에 해오던 방식으로 홍보하는 것은 현명하지 못하므로 이제는 원전을 차별화할 수 있는 쪽으로 홍보하는 데 모든 가능 자원을 집중시켜야 한다.

서는 옛날 방식의 전력 산업 모델이 급격히 무너지고 있다. 고전압 전기를 장거리 송전을 통해 수동적인 소비자에게 공급하면서 전력 수요의 변화에 따른 피크타임에 대처하며 안정적인 수익을 올리던 기존 사업 방식의 시대는 지나갔다.

이제 우리는 재생 에너지와 소형의 신축성 있는 가스 발전 설비 등이 출현함에 따라 공급을 수요에 맞추는 게 아니라 전력 수요를 공급에 따라 조정해야 하는 새로운 세상으로 진입하였다.

이런 환경으로 인해 전력 계통망은 점점 더 복잡해지고 있어서, 중앙 처리 장치와 단말기의 단순한 시스템에서 클라우드 저장과 인터넷 시스템으로 진화한 컴퓨터의 사용 환경과 유사하게 변하고 있다.

따라서 전통적 방식의 발전소와 전력 공급망도 아직은 사용되고 있지만 머지않아 예비적 설비의 위치로 물러날 것으로 보인다.

따라서 기존 발전소들의 사업 모델은 바뀔 수밖에 없는 데, 이는 1990년대에 이동전화의 등장으로 위기를 맞은

일반 유선전화 업계와 소셜 미디어에 의해 위협 받는 현재의 전통적인 신문의 형편과 유사한 위기 상황인 것이다.

독일에서는 수익성이 높은 원전을 실패한 투자로 몰아가는 어처구니 없는 상황과 재생 에너지에 대한 막대한 투자와의 극심한 경쟁으로 인해 전통적인 발전소들이 사실상 괴멸되고 말았다. 영국은 기존의 발전소들이 좀 더 버틸 수는 있겠지만 정부가 규제하고 있는 전력요금 때문에 전력 회사의 수익성은 상대적으로 낮아질 수밖에 없는 실정이다. 이렇게 전력 시장의 본질적인 변화는 계속될 수밖에 없으며 이런 변화는 결국 어떤 식으로든 모든 선진국의 전력 시장으로 파급될 것이다.

### 원전이 가야 할 길은 어디인가?

선진 국가에서는 기존 발전소를 대체하는 발전 수단들과의 경쟁이 워낙 심해서 원전들이 수많은 문제를 떠안게 되었다. 일부 대체적 발전 수단에 지급되는 보조금이 너무 많은 탓에 전력요금의 과도한 인상을 유발하고



있다는 주장에도 불구하고 대체 발전을 지향하는 현재 추세는 거스를 수 없어 보인다.

따라서 대형 발전소에 대한 투자 환경은 매우 어려워질 것으로 보이므로 원전같이 경제적 안전성이 확실한 대형 발전소조차 점차 퇴출될 수 있다.

그러나 유럽의 발전 시장을 대체 발전으로 통합하려는 압력에도 불구하고 각 나라의 개별적인 사정에 따라 각국의 선택은 다양할 수밖에 없기 때문에 영국, 체코, 핀란드, 폴란드 등은 대형 원전에 투자할 가능성이 있다.

한편 아프리카와 그 밖의 빈곤 국가에서 원전의 전망은 더 어두워 보이는데 이는 전화 관련 기술의 경우와 마찬가지로 이들 국가들이 처음부터 아예 발전된 기술 단계로 뛰어들지도 모르기 때문이다. 일반 유선전화의 경우가 그랬던 것처럼 중앙 집중적인 전력 공급 시스템 단계를 건너뛰고 분산 공급 모델로 곧바로 진입해 태양열 발전으로 갈 공산이 큰 것이다.

현재 전기를 제대로 공급받아서 사용하지 못하고 있는 지구상 16억명의 인구가 앞으로 쓰게 될 전기는 원자력 발전에 의한 것은 아닐 것이 분명해 보인다. 원전업계가 희망하면 국제원자력기구(IAEA)가 이들 국가들에 조사단을 파견해서 원전의 적합성을 진단해 볼 수도 있겠지

만 통신 산업의 경우보다 훨씬 더 강하게 닥치고 있는 발전 산업 분야에서의 새로운 조류에 밀려서 그런 가능성에 대한 믿음은 무산될 것 같다.

그렇기 때문에 원전에 더 큰 가능성이 열려 있는 곳은 몇몇 발전도상국뿐이다. 도시 지역에서 전력의 수요가 집중되고 급성장하는 산업 및 상업적인 전력 수요가 막대한 중국과 인도야말로 원전의 앞날을 이끌어갈 핵심 국가들이 분명하다.

원전만이 가지고 있는 고유한 장점은 소량의 연료를 사용하여 한 곳에서 동시에 상대적으로 저렴한 전력을 대량 공급할 수 있다는 것이다. 좀 더 유리한 에너지를 선택함으로써 우리가 환경을 개선할 수 있는 방법은 여러 가지가 있지만 청정 에너지라는 점 외에 원전이 환경 개선에 이바지할 수 있는 수단은 그리 많지도 않은 것이 사실이다.

따라서 에너지 시장에서 확산되고 있는 새로운 조류에 비추어 원전을 기존에 해오던 방식으로 홍보하는 것은 현명하지 못하므로 이제는 원전을 차별화할 수 있는 쪽으로 홍보하는 데 모든 가용 자원을 집중시켜야 할 것이다. 

- <NEI> Vol.60 No.730

Steve Kidd

East Cliff Consulting의 원자력 컨설턴트, 이코노미스트. 다년간 영국 업계에서 산업경제학자로 활동하였으며 Uranium Institute와 후신인 세계 원자력협회(World Nuclear association)에서 18년 동안 고위직을 역임하였다.

