

미세먼지 저감을 위한 충남의 노력과 전략



김영수
충남테크노파크

초 록

연일 뉴스에 보도되고 있는 미세먼지는 노약자의 호흡기는 물론 발암물질을 포함하고 있어 국민건강에 악영향을 미치기 때문에 반드시 해결되어야 할 사회 문제이다. 미세먼지는 해외 유입 인자와 국내 유발인자를 정확하게 구분하기 어려우나 약 50%의 미세먼지는 2차 발생에 의한 국내 요인으로 발생하고 있는 것으로 파악되고 있으며 화력발전소가 미세먼지 유발 물질의 주요 생성원으로 지목되어왔다. 국내 화력발전소의 50%가 충남 서해안이 위치하고 있어 수도권에 가장 큰 영향을 주는 것으로 밝혀져 충남은 내구연한에 도달한 노후 화력발전소의 폐쇄 및 발전량 감축 조절을 통해 미세먼지 발생을 최소화 하기 위해 노력해왔다. 그러나 태양전지 주도의 신재생에너지 발전으로 전환하는 것만이 미세먼지를 저감시킬 근본적인 해결책이라고 할 수 있다. 충남은 2050년까지 화력발전 비중을 0%로 낮추고 필요한 전력은 에너지컨슈머들이 생산하는 신재생에너지로 생산하는 내용을 골자로 하는 에너지 전환비전을 선포하였다. 이 비전이 선언에 그치지 않고 목표를 달성하기 위해서 이에 대한 세부 이행계획을 수립하고 충남에 맞는 태양광 발전 산업 육성을 위한 정책을 병행해야 할 것이다. 이번 글에서는 충남의 여건을 고려하여 태양광을 이용한 수소 생산 및 인공광합성을 연계한 고부가가치 화학물질의 생산 연구 및 실증 과제를 추진할 것을 제안하였다. 이러한 충남의 노력은 수도권 수요 지역에 대한 전력 공급기지에서 친환경에너지로 유지되는 '청정남도'로서의 재도약을 가능하게 할 것으로 기대된다.

서론

연일 보도되던 미세먼지는 이제 일기예보와 같이 매일 아침저녁으로 확인하는 일상이 되어 버렸다. 세계보건기구(WHO)에서는 미세먼지를 1군 발암물질로 지정하여 그 심각성과 위험성을 경고하고 있다. 우리나라 정부에서도 지난 2017년 9월 26일 관계부처 합동으로 미세먼지 관리 종합대책을 발표하고 미세먼지를 저감하기 위하여 여러 부처 간의 협력을 통해 다양한 노력을 기울이고 있다.

최근 기상청과 미국 NASA에서 실시한 미세먼지 분석에서는 내부 원인이 52%에 이른다는 보고가 있었으며, 전북에서 빅데이터를 통해 미세먼지 원인 인자 별 차지하는 비율을 분석했을 때에는 중국의 영향이 70%정도로 매우 큰 것으로 발표되기도 하였다. 이렇게 미세먼지의 출처에 대해서는 아직 의견이 분분한 상태이나 중국이나 몽골과 같은 인접국가에서 넘어오는 외부 먼지 외에도 국내에서 자체적으로 발생하는 내부 기인 먼지가 상당 부분 섞여 있다는 데에는 이견이 없는 상황이다.

미세먼지는 굴뚝 등 발생원으로부터 고체 상태의 미세먼지로 나오는 경우(1차적 발생)와 발생원에서는 가스 상태로 나온 물질이 공기 중의 다른 물질과 화학 반응을 일으켜 미세먼지가 되는 경우(2차적 발생)으로 나누어질 수

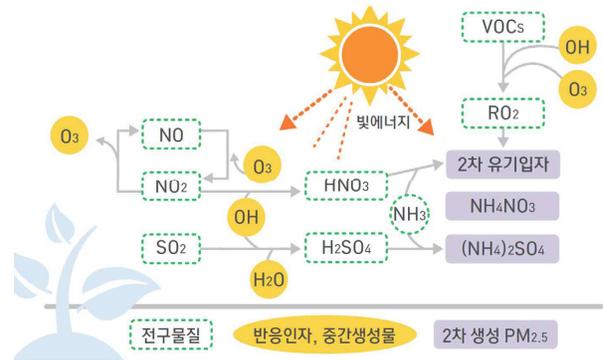


그림 1. 2차 미세먼지 발생

있다. 그림 1에 보이는 바와 같이 2차 미세 먼지 유발 전구체가 되는 물질은 황산화물(SOx), 질소산화물(NOx), 휘발성유기화합물(VOCs) 등이 있다. 2차 생성원인 물질 중 SOx, NOx로 인한 생성량이 가장 많으며 직접배출과 함께 이러한 2차 생성물질에 대한 집중적인 관리가 필요하다.

생성물질은 표 1과 같이 화력발전소와 시멘트제조업, 석유화학, 철강 산업에서 주로 발생하며 이들 업종에서 배출하는 양이 총량의 94.4%를 차지하고 있다. 그 중 석탄화력 발전소는 1차 미세먼지와 2차 미세먼지의 원인 물질을 모두 다량 배출시키는 주요 배출원이다.

표 1. 업종별 대기오염 물질 배출량⁽¹⁶⁾

(단위: 톤/년)

구분	계	먼지	SOx	NOx	HCl	HF	NH3	CO
합계	401,677 (100%)	6,926	120,820	271,246	410	0.1	2	2,273
발전업	207,873 (51.80%)	3,382	75,485	128,557	93			356
시멘트 제조업	76,585 (19.10%)	1,265		75,300	20			
제철·제강업	58,951 (14.70%)	1,344	25,795	31,803	7			2
석유·화학 제품업	35,485 (8.80%)	468	14,047	20,508	3	0.1	2	457
기타	22,783 (5.60%)	467	5,493	15,078	287			1,458

출처: 환경부 보도자료 (2017.06.26.)

충남 화력 발전소 현황

서울을 비롯한 경기도 지역에서 발생하는 미세먼지의 가장 많은 영향을 주는 것으로 분석되고 있는 충남지역에는 설비 기준으로 47.2%, 전력생산량으로는 50.1%가 위치해 있다. 전력수요가 많은 수도권과의 인접성, 석탄 수입의 용이성 등의 이유로 국가 전력 산업의 일환으로 전국 53기 중에 26기가 위치하게 된 것이다.

표 2에 보는 바와 같이 NOx 배출의 10% 이상을, SOx 배출의 20% 이상을 충남에서 배출하고 있는 것으로 나타나 직접적인 오염물질 외에도 2차 미세먼지 전구물질 많은 부분을 배출하고 있는 것이 확인되었다. 따라서 충남의 오염물질 배출 감소는 서울, 경기 지방의 미세먼지 문제 해결을 위한 핵심이라고 할 수 있다. 환경부와 산업부는 지난 2017년 6월 충남을 비롯한 위치한 전국 8기의 노후 화력 발전소를 가동 중단시킨 바 있다. 이에 대한 효과의 모델링 결과 충남지역 PM2.5 농도가 1.1%, 발전소 인근은 월 평균 3.3%가 감소한 것으로 분석되었고, 실제 관측 결과 지난 2년 동기간 자료 대비 15.4% 감소한 것으로 측정되기도 하였다.

그러나 금번 노후 석탄 화력발전의 가동 중단은 그 영향성 확인을 위한 평가에 그칠 뿐, 화력발전의 전면적인 중단과 신재생에너지로의 에너지 전환만이 온전한 미세먼지 저감 대책이 될 수 있을 것이다.

충남의 에너지 전환을 위한 노력

충남은 2018년 2월 에너지 전환비전을 선포하고 2050년까지 총발전 비중에서 석탄화력발전 비중을 0%까지 줄일 것을 선언하였다. 그림 2에서 보는 것과 같이 충남의 2050년까지의 에너지 전환비전은 “에너지시민이 만드는 별빛 가득한 충남”이며 에너지프로슈머로 대표되는 시민이 주도하는 신재생에너지 비중 확대를 뜻한다.

전환비전에 따라 4대전략과 10과제를 제시하여 전환비전의 이행을 위한 노력을 기울이고 있다(그림 3). 채운전략에서 석탄화력발전 대신 재생에너지를 채워넣고 에너지 문제를 풀어나갈 지역 에너지 기업 육성을 실천과제로 선정하였다.

충남은 그림 4와 같이 태양광 자원이 풍부한 지자체로 중앙정부에서 총력을 기울이고 있는 재생에너지3020 이행계획에 따른 입지 다변화 정책과 맞물려 활발한 태양광 발전 확대가 예상된다. 현재에도 충남은 태양광 발전량 기준으로 전국 4위로 많은 태양광 발전이 진행되고 있으며, 서산 간척지 내 65MW급의 대형 태양광 발전소가 건립되는 등의 대형 프로젝트가 추가로 진행될 예정이어서 태양광 발전의 비중은 지속해서 증가할 것으로 예상된다.

충남 전략 제언

충남은 신재생에너지 확대 전략의 일환으로 수소에너지 산업 육성을 추진하고 있다. 2017년 수소자동차부품 예타

표 2. 전국대비 충남의 배출 비중

구분	2012년		2013년		2014년		2015년	
	전국	충남	전국	충남	전국	충남	전국	충남
CO	703,586	52,008	696,682	52,430	594,454	51,679	792,776	64,995
NOx	1,075,207	138,730	1,090,614	143,565	1,135,743	150,356	1,157,728	135,487
SOx	417,645	83,130	404,660	82,267	343,161	70,721	352,292	77,465
TSP	182,744	49,934	185,986	50,440	147,194	20,485	604,243	66,591
PM10	119,980	30,818	121,563	30,976	97,918	13,976	233,177	28,650
PM2.5	76,287	17,743	76,802	17,698	63,286	9,266	98,806	13,845
VOC	911,322	59,682	913,573	62,739	905,803	74,985	1,010,771	69,545
NH3	303,463	49,713	292,973	45,532	292,501	47,466	297,167	48,227

출처: 국립환경과학원 국가대기오염물질 배출량서비스(airemiss.nier.go.kr)

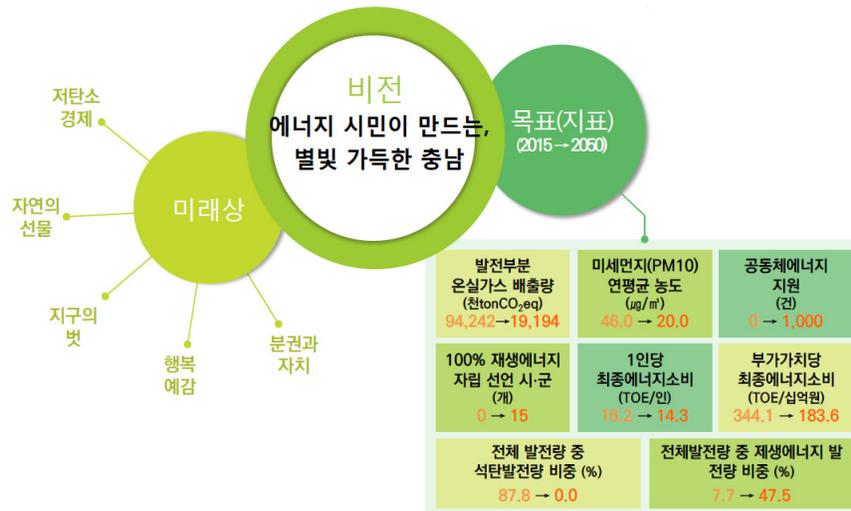


그림 2. 충남에너지전환비전



그림 3. 충남 에너지전환 4대 전략과 10대 실천과제

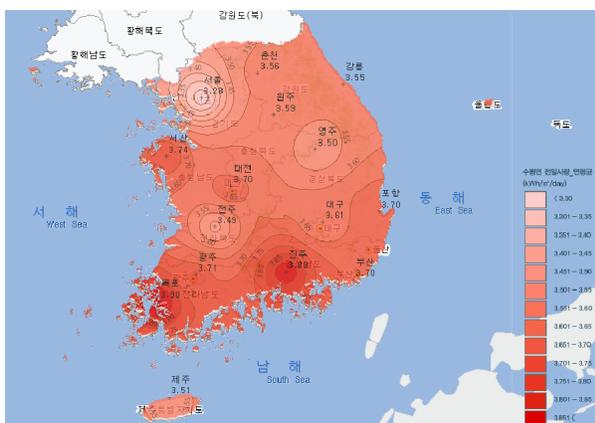


그림 4. 국내 태양광 일사량 분포도(출처: 한국에너지기술연구원 신재생 에너지 자원지도시스템, 연평균)



그림 5. 수전해 기술을 통한 수소 생산 공급(출처: 지멘스 홈페이지)

사업에 선정되어 과제가 추진 중에 있으며 제 1, 2회 국제 수소 포럼을 개최하는 등 수소 경제 실현을 위해 많은 관심과 노력을 기울이고 있다. 최근 산업통상자원부에서 추진하고 있는 국가혁신클러스터 사업에서 충남은 수소 자동차와 같은 친환경자동차 부품 산업과 수소에너지 산업을 집적하는 방안을 검토 중에 있다.

재생에너지3020 이행 계획으로 재생에너지 비중이 20% 수준에 도달하면 재생에너지원으로부터 발생하는 간헐적인 전기는 grid의 안정성에 악영향을 미칠 수 있으며, 이미 독일과 같이 재생에너지가 20%를 넘긴 국가에서는 그림 5에서 보는 바와 같이 P2G(power to gas)와 같은 방법으로 재생에너지가 유발하는 전력의 간헐성으로부터 grid의 안정성을 보완하는 방법에 대해 집중적인 연구를 진행하여 경제성 확보 및 실증단계에 이르렀다.

충남은 앞서 언급한 것과 같이 태양광 발전이 크게 증가할 것이 예상되는 지역이며 수소 경제의 모태가 되는 수소 산업 집적지가 들어설 예정인 곳이다. 잉여전력을 이용하여 그린 수소(green hydrogen)를 생성시키는 기술을 개발하고 실증하기에 더할 나위 없는 장소라고 할 수 있다. 그린 수소의 생산과 수소의 사용을 통해 진정한 청정에너지로 이루어진 수소 생태계를 구현할 수 있을 것이다.

더 나아가 그림 6에서 보는 바와 같이 인공 광합성 기술은 태양광과 이산화탄소를 이용하여 일산화탄소, 포름산, 메탄 등 다양한 고부가가치 화학물질로 전환하는 기술로, 충남의 화력발전소에서 포집된 이산화탄소를 자원화 할 수 있는 유용한 기술이다. 이 기술은 그림 7과 같이 기술

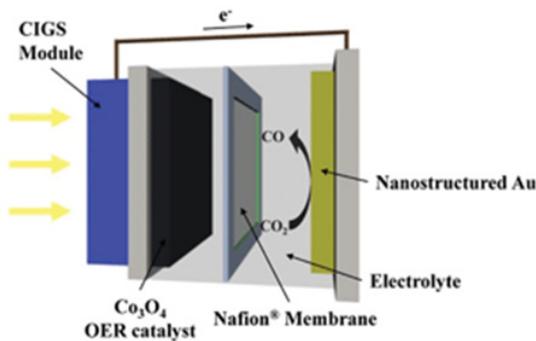


그림 6. 인공광합성 모듈

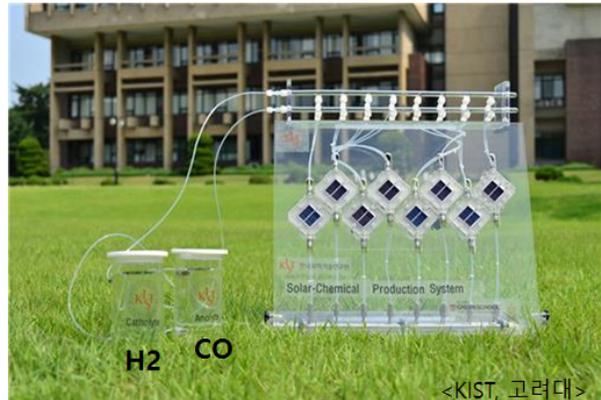


그림 7. 인공광합성 평가 모듈(출처: KIST, 고려대)

검증 단계에 있으며 추가 R&D가 필요한 수준으로 실증 평가 및 최적화가 진행되어야 한다. 이 R&D와 실증에 가장 적합한 지역도 충남이다. 충남 보령에 본사가 위치한 한국중부발전에서 추진한 10MW급 CCS사업으로 포집된 이산화탄소를 대산석유화학단지 등 화학 산업에 공급하는 이상적인 모습이 머지않아 현실로 다가올 수 있다.

결론

수도권 미세먼지의 원인으로 지목되어온 충남은 에너지 전환비전 선포 및 신재생에너지 확대를 통해 탈석탄 기조를 꾸준히 이어가고 있다. 풍부한 태양광 자원을 단순히 태양광 발전으로만 사용할 것이 아니라 그린수소 생성과 유용한 화학물질을 생산하는데 사용할 수 있도록 많은 노력을 기울여야 한다. 충남 자체적인 노력뿐만 아니라 중앙정부에서도 충남의 이행 계획을 돕기 위한 정책적, 재정적 지원을 통해 충남의 노력이 지속될 수 있도록 해야 할 것이다. 특히 태양광에너지를 이용한 P2G 실증 사업이나 인공광합성 기술 실증 사업 등 충남의 여건을 십분 활용할 수 있는 분야에 대한 아낌없는 지원을 해줘야 한다. 그렇게 된다면 충남은 지금까지의 수도권 전기 공급기지, 미세먼지 배출의 주요 원인이라는 오명을 벗고 미래 에너지의 모습을 미리 내다볼 수 있는 스마트 '청정남도'가 될 수 있을 것이다.



참고문헌

- [1] 관계부처합동(환경부, 산업통상자원 등), 미세먼지 관리 종합대책, 2017.
- [2] 한미대기환경합동조사 긴급과학종합보고서, 2017.
- [3] 빅데이터 활용 전라북도 미세먼지 원인분석, 한국국토정보공사, 2017.
- [4] 환경부 보도자료, ‘굴뚝 자동측정기기 부착 사업장, 오염물질 측정결과 공개’, 2017.
- [5] 환경부 보도자료, ‘올해 6월 한 달간 노후 석탄발전소 가동중단 미세먼지 저감효과로 나타나’, 2017.
- [6] 충청남도 에너지전환 비전 수립 연구, 충남연구원, 2017.
- [7] ‘현대중그룹, 국내 최대규모 태양광 발전 수주’, 조선일보, 2018.04.02.
- [8] 산업통상자원부 “재생에너지3020 이행계획(안)”, 2017.
- [9] “Green methods for hydrogen production”, Int. J. Hydrog. Energy, 37, (2012) 1954–1971
- [10] ‘국가혁신클러스터 청사진 나왔다’, 내일신문, 2018.06.04.
- [11] ‘A monolithic and standalone solar-fuel device having comparable efficiency to photosynthesis in nature’, J. Materials Chemistry A, 11 (2015).