

제주도의 수자원, '용암해수'를 활용한 그린수소 생산



안재현

서경대학교 토목건축공학과 교수
wrr21@naver.com



박동혁

(주)라온티앤씨 연구소장
parkdh@raontnc.com

1. 시작하며

제주도가 가진 천혜의 자연조건은 굳이 따로 설명할 필요가 없이 우수하고 다양하다. 육지와는 다른 맑은 하늘과 따뜻한 기온, 신선한 먹거리는 많이 이들이 제주를 찾게 되는 이유다. 여기에 더해 다양한 조건의 수자원과 풍력, 태양광 등은 무궁무진한 활용방안을 가지고 있는 것으로 평가된다.

특히 제주도 지하에 저장된 용암해수는 그 자체로도 아주 깨끗한 수자원이면서 매우 풍부한 수량을 보유하고 있어 많은 이들의 주목을 받고 있다. 천연의 청정 수자원이 대량으로 필요한 분야에 이용될 수 있다면 그 가치는 더욱 높아질 것이다.

최근 제주도는 「탄소 없는 섬 제주 2030」을 목표로 신재생에너지 생산설비를 지속적으로 설치하고 전

기차 이용을 넓혀가고 있다. 하지만 태양광이나 풍력 에너지 등의 신재생에너지는 계절성과 간헐성이라는 한계를 가지고 있다. 이 때문에 간혹 필요 이상의 에너지가 생산되는 시기에는 그 활용에 제약이 생기는 문제가 발생하며, 이를 해결할 수 있는 다양한 방안의 모색이 필요한 상황이다.

이 글에서는 제주도의 수자원인 용암해수와 신재생 에너지인 태양광, 풍력 등을 연계한 탄소중립 실현에 대해 이야기하고자 한다. 특히 수전해를 통한 그린수소의 생산은 이를 전체적으로 연결할 수 있는 훌륭한 대안으로 판단되어 소개하고자 한다.

2. 제주도의 수자원, 용암해수

용암해수는 태고의 제주 바다가 만들어 낸 맑고 깨끗

끗한 물로서 그림 1과 같이 바닷물이 화산 암반층에 의해 자연 여과되어 육지의 지하로 스며든 물이다. 미네랄과 영양염류가 매우 풍부할 뿐만 아니라 유기물 및 병원균 등이 거의 없는 제주만이 보유한 지하수 자원이다.

용암해수는 그림 2와 같이 제주 동부지역에 대량으로 매장되어 있다. 1일 1,000톤 생산기준 약 2만년 동안 사용가능한 양이 부존되어 있는 것으로 평가되고

있으며, 순환자원이기 때문에 지속적으로 이용이 가능한 것으로 알려져 있다.

우리가 익히 잘 알고 있는 해양심층수는 수심 200미터 이상의 깊은 해저에서 취수하기 때문에 취수배관 설치 및 관리비용이 높은 한계가 있다. 하지만 용암해수의 경우 육지부에서 취수하므로 상대적으로 적은 비용에 이용이 가능하다.

현재 용암해수는 제주테크노파크 내에 위치한 용암



그림 1. 제주 용암해수 (출처 : 제주용암해수센터)

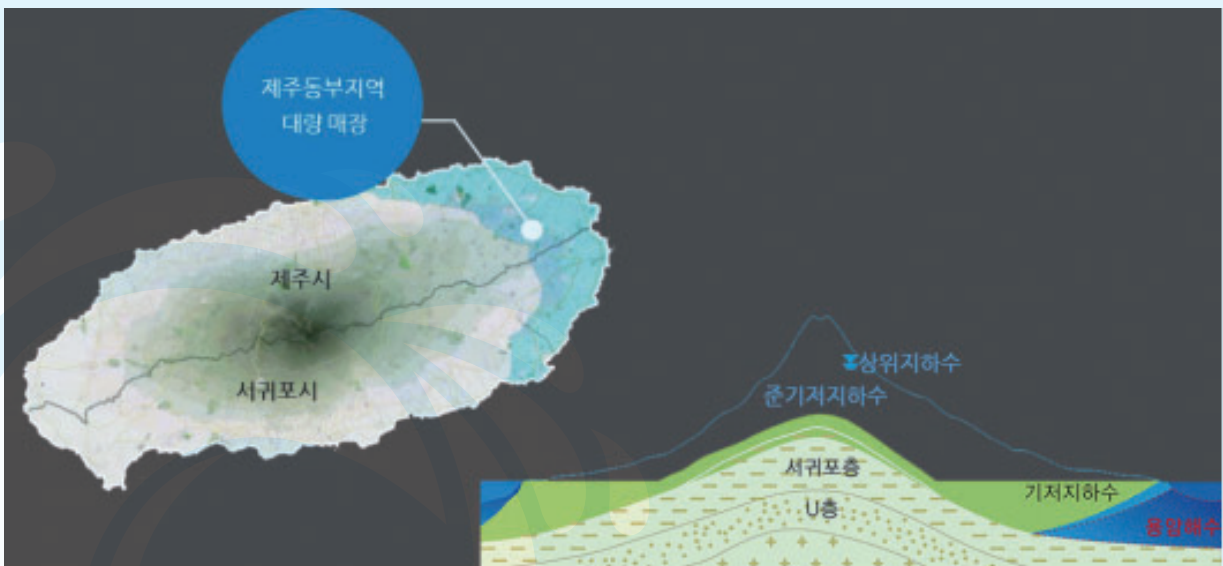


그림 2. 용암해수 매장 지역 (출처 : 제주용암해수센터)

해수센터에서 용암해수 음료, 용암해수 화장품, 용암해수 식품, 용암해수 원료 등과 같은 다양한 분야에서 활용하고 있으며, 추후 그 적용 범위를 더 넓히기 위해 연구하고 있다.

3. 제주도의 CFI 2030과 출력제어

3.1 CFI 2030

「카본프리 아일랜드(Carbon Free Island) 2030 by 제주(CFI 2030 제주)」는 10년 전인 2012년 발표된 제주도의 에너지 활용 계획으로 풍력이나 태양광 등과 같은 신재생에너지만으로 제주도에 필요한 전력 수요의 100%를 공급하고, 내연기관 자동차를 모두 전기자동차로 바꾸겠다는 내용을 주된 골자로 한다.

이러한 계획에 맞춰 지난 10년간 제주도에서는 신재생에너지의 공급과 전기자동차 보급이 확대되어 왔다. 그러나 그 과정에서 다양한 문제점들이 부각된 것도 사실이다. 최근 전력계통 한계용량의 문제로 풍력 발전에 대한 출력제어 상황이 자주 발생하고 있으며, 전력거래가격 하락, 계통접속 지연 등의 기술적 문제점이 생기고 있다.

이와 함께 자연환경에의 영향과 도내 사회의 수용성 문제로 인한 신재생에너지 개발사업에 대한 민원이 증가하는 등 여러 어려움을 겪고 있다.

특히 전력소비량을 초과하는 잉여전력에 대한 육지로의 역송 또는 에너지저장장치(ESS)의 활용과 수전해 그린수소(P2G : Power to Gas)로의 생산, 마이크로 그리드(Micro Grid) 등 다양한 기술적 대안 마련의 필요성이 대두되고 있으며, 이에 대한 구체적인 방안이 필요한 상황이다.

3.2 출력제어¹⁾

「출력제어」란 신재생에너지를 생산하고 싶어도, 전력 생산을 중단하라는 명령을 받는 상황이다. 제주 지역 전력 공급은 크게 3가지 유형으로 분류할 수 있다. 첫째, 제주시 삼양과 한림, 서귀포시 안덕에 위치한 화력발전소, 둘째, 해저케이블을 이용해 육지 전력을 공급받는 연계선, 셋째, 풍력과 태양광 등 신재생 에너지다. 이 3가지 유형의 비중은 2020년 기준 5대 3대 2 정도로 평가된다.

이 3가지 유형의 발전설비용량을 모두 더하면 2000메가와트가 넘는다. 제주지역 최대전력 수요는 2021년 여름 1000메가와트를 돌파했다. 따라서 전력 공급에 여유가 있으면 좋은 것이라고 생각할 수도 있지만, 전력은 적어도 걱정이지만 많아도 문제가 된다. 송배전망에 과부하가 걸리기 때문이다. 전력의 수요와 공급은 실시간으로 변화무쌍하게 달라지기 때문에 이를 24시간 관리하지 못하면 정전사태로 이어질 수 있다. 그래서 필요한 양보다 더 많은 전력을 생산할 경우 전력거래소는 발전사업자들에게 강제로 발전을 멈추게 한다.

제주에서 2015년 풍력사업자에게 출력제어 명령이 처음 내려진 후 매년 횟수가 늘어나고 있다. 특히 2019년 46차례로 크게 늘었으며 2020년엔 77차례로 급증했다. 2020년 한 해만 출력제어 명령에 따라 풍력발전사업자가 19.7GWh의 발전을 못 해 금액으로 따지면 30억 원 정도의 손실이 발생한 것으로 평가된다. 2021년에는 11월까지 63차례 11.9GWh의 출력제어가 내려졌다. 또한 처음으로 태양광발전사업자에게도 출력제어가 내려진 바가 있었다.

이러한 문제의 해결책으로 주목받고 있는 기술적 대안 중 하나는 남는 신재생에너지를 다른 에너지원

1) 2021년 12월 8일 KBS News 「제주엔 전기가 넘친다? 에너지 전환의 복병 '출력제어'의 내용을 요약해서 정리하였음

으로 전환하는 기술의 도입이다. 특히 남은 전력으로 수소를 생산하고 이를 압축 및 저장해서 활용할 수 있다면 여러 문제를 동시에 해결할 수 있는 방안이 될 수 있다.

4. 용암해수와 신재생에너지를 이용한 그린 수소 생산

4.1 그린수소

수소를 만드는 방법은 그레이수소와 그린수소라는 두 가지 틀 속에서 대략 세 가지 정도를 들 수 있다. 그레이수소는 생산과정에서 온실가스가 발생한다. 그래서 친환경적이지 못하고 ‘탄소중립’이라는 취지에 맞지 않는다. 하지만 기존 시설을 활용해서 대량 생산이 가능하거나 생산 비용이 저렴할 수 있다.

그레이수소 중 개질수소는 천연가스, 갈탄 등의 기존 에너지를 고온과 고압으로 분해해서 수소를 추출한다. 현재 우리나라 기술에서 가장 현실적으로 대량 생산이 가능한 방법이다. 그레이수소의 다른 하나인 부생수소는 석유화학이나 제철 등의 공정에서 나오는 부산물인 수소를 분리, 정제해서 만들어진다. 타 공정의 부산물로 생성되기에 생산단가가 가장 저렴하다. 하지만 대량 생산이 현실적으로 어렵다.

수전해는 그린수소다. 즉 생산과정에서 온실가스가 발생하지 않는다. 완전한 그린수소가 되기 위해서는 전기도 신재생에너지만 사용해야 한다. 하지만 전기를 이용해서 물을 분해하기에 생산단가가 높다. 아직까지는 경제성이 맞지 않는다.

이런 수소 생산과정의 장단점으로 인해 현재 우리나라에서 만들어지는 수소는 대부분 개질수소다. 그러나 2050년 ‘탄소중립’이라는 목표를 향해 가기 위해서는 개질수소는 답이 될 수 없으며, 궁극적으로 신재생에너지를 이용한 수전해를 통해 그린수소를 생산해야 한다.

4.2 제주도의 그린수소 생산

앞서 언급한 제주의 풍부한 청정 용암해수와 필요 이상으로 생산되어 출력제어가 발생하는 신재생에너지를 연계한다면 우리가 기대하는 그린수소 생산이 가능할 수 있다.

수전해를 위해 사용되는 수자원은 깨끗해야 한다. 일정 수준 이상의 수질이 확보되어야만 수전해에 이용될 수 있다. 따라서 비용이 발생한다. 만약 청정 용암해수를 저렴한 비용으로 수전해에 쓸 수 있다면 경제성 측면에서 큰 이점이 발생한다. 또한 수량이 풍부하기 때문에 공급 측면에서 어려움이 없다는 장점이

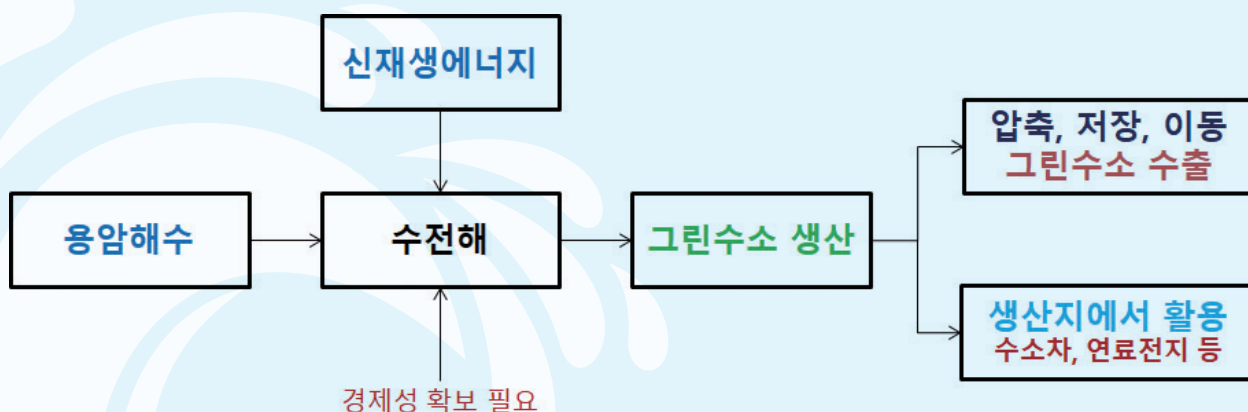


그림 3. 용암해수와 신재생에너지를 이용한 제주도의 그린수소 생산 및 이용

존재한다.

그린수소를 만들려면 신재생에너지의 이용이 필수적이다. 그런데 제주도는 지난 10년 동안 CFI 2030을 추진하면서 충분한 양의 신재생에너지를 공급할 수 있는 기반이 구축되어 있다. 심지어 공급량이 수요를 초과해서 출력제어가 자주 발생한다. 이 전기를 이용해서 수소를 생산한다면 불필요한 에너지 낭비를 막을 수 있을 뿐 아니라, 제주의 미래 에너지 문제 해결에 기여할 수 있다.

그림 3에 제주도의 그린수소 생산체계를 정리해서 제안하였다. 앞서 언급한 용암해수와 신재생에너지를 이용해서 그린수소를 생산하고, 이를 다양한 방법으로 이용할 수 있다면 많은 부분에서 긍정적 활용방안이 만들어질 수 있다.

여기에는 수소 생산의 경제성 확보가 필수적이다. 현재 수소 1kg 당 8,000원 정도인 생산단가로는 산업 현장에서 그린수소를 이용하기에 어려움이 많다. 하지만 저렴한 용암해수, 신재생에너지, 수전해 기술이 결합해서 수소 1kg 당 2,000~3,000원 정도까지 비용을 낮출 수만 있다면 수소에너지 이용에 획기적인 전

환점을 마련할 수 있다. 제주도는 그런 여건을 충분히 갖추고 있다.

5. 마치며

제주도는 이미 10년 전부터 CFI 2030을 추진하는 등 미래 탄소중립 실현에 적극적으로 나서고 있다. 하지만 신재생에너지의 초과 생산으로 인한 출력제어 등 일부 추진과정에서 어려움이 나타나고 있다. 이를 해결하기 위한 여러 방안이 강구되고 있지만 달성 시기나 과도한 예산 투입, 실현 가능성 등의 문제점이 여전하다.

그러나 제주도 지하에 매장되어 있는 풍부한 양의 청정 용암해수와 남아도는 신재생에너지를 연계해서 그린수소를 생산할 수 있다면 이러한 문제점 해결에 최적의 방안이 될 수 있다.

앞으로 제주도의 수자원인 용암해수를 활용한 그린수소 생산 및 이용이 이루어져서 탄소중립 실현 및 다양한 에너지원이 구축되길 기대한다.

참고문헌

<http://www.jeulavawater.com/> 제주테크노파크 용암해수센터 홈페이지

<https://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=5343388>, 2021년 12월 8일 KBS News, 제주엔 전기가 넘친다? 에너지 전환의 복병 '출력제어'