

# 전력산업 기술정보

대한전기협회에서는 외국자료를 수집하여 한국전력 전력연구원 전력정보센터에 제공하고 있습니다. 이러한 외국의 전기기술 및 전기계 동향에 대한 자료를 관심있는 전기계 여러분들에게 소개하고자 합니다.  
자세한내용은 전력정보센터의 해외저널 기술정보(www.epic.or.kr)를 참고하기 바랍니다. <편집자 주>

21 세기에 접어 들어 세계 각국의 가장 중요한 과제중 하나는 경제와 에너지 및 환경문제를 밸런스를 취하면서 지속적인 발전을 이루는 것이라고 할 수 있다. 이중에서도 가장 중요한 것은 에너지의 안정적 확보라 할 수 있으며, 에너지수급의 중요한 포인트 중 하나는 원자력발전이라 할 수 있다. 이에 대한 해외 각계의 의견을 알아본다.

## 01 스웨덴의 원자력 폐기물 관리

원자력폐기물 관리와 관련하여 스웨덴과 핀란드 등 일부 국가에서는 상당한 진전을 이루고 있는 반면 다른 IAEA 국가들에서는 그렇지 못하다. 저자는 심층 지질학적 저장소 건설 등 원자력 폐기물관리 프로그램이 성공을 거두기 위해서는 부지선정을 위한 논의에서부터 이해관계자들이 자발적으로 참여하는 공개적이며 투명한 업무절차를 취할 필요가 있다고 한다. 폐기물저장 당해 지역의 이해관계자들과 대화를 지속적으로 유지하며 문제점은 공개적 논의를 거치고, 부지현장의 방문 허용 등으로 말보다는 실제 행동을 통한 부지선정의 공감대를 형성해 나가는 것이 필요하다고 한다.

또한 이제는 각국이 자체 폐기물의 처리에 관심을 가져야 한다는 공통된 의견이 지배적이며 이에 따라 각국간 폐기물처리와 관련한 정보교류, 공통의 원칙이나 기준을 마련함으로써 다국적 해결방안의 도출도 모색하여야 한다고 강조하고 있다.

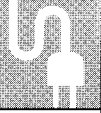
» 자료출처 : IAEA Bulletin

## 02 차세대 원자력 기술

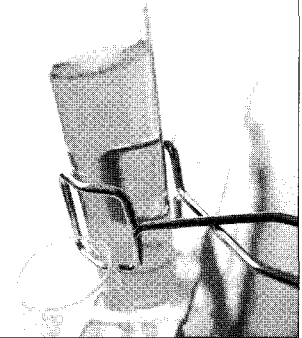
원자력발전소(NPP)의 운영은 안전하고 신뢰성이 있어야 하며 직원들은 직무를 적절히 처리하기 위한 지식, 기술 및 태도를 지녀야 한다. 특히 중요한 지식은 기술자 개개인의 머리 속에 담겨 있는 묵시적 지식(tacit knowledge)과 문서형태로 된 명시적 지식(explicit knowledge)으로 구분될 수 있는데 최근의 NPP에 있어서의 상황은 다운사이징 구조조정과 기술 인력의 고령화 등으로 현장에 있어 중요한 역할을 하는 묵시적 지식이 사라져 가고 있어 NPP의 안전운영은 물론 효율적 가동을 저해할 수도 있는 요인이 되고 있다.

이러한 현상에 관한 최근 IAEA 보고서에서 이에 대한 대응방안이 도출되었으며 한 예가 세계 원자력대학이다. IAEA 회원국들은 교육, 정보기술 이용 등 다방면에서 묵시적 지식의 명시적 지식으로의 이전을 위한 조치를 취하고 있으며, 고령화한 인력의 자연감소에 대비한 교육의 확충과 기존 인력 유지, 고급의 신규 인력 유치 등을 위한 긍정적이면서도 적극적인 조치들을 취하고 있다.

» 자료출처 : Nuclear Plant Journal



# 「수소사회」 선진국 아이슬란드



**인**구 29만인의 북유럽 소국이 에너지 분야에서 세계의 주목을 받고 있다.

아이슬란드라고 하는 나라 이름은 우리에게 그리 잘 알려져 있지 않다. '혹한(酷寒)의 나라', '어업(漁業)의 나라' 정도의 이미지로 우리에게 다가온다거나 할까.

아이슬란드의 인구밀도는 1km<sup>2</sup>에 겨우 2인에 불과하다. 아무래도 한국이나 일본과는 자연환경, 사회적 환경이 모두 크게 다를 것으로 생각된다. 다만, 섬나라이고 화산이 많고 화석자원은 하나도 없다는 것은 일본과 비슷하다고 할 수 있다.

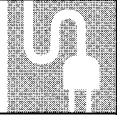
특히 화석자원이 없다는 것은 이 글에서 중요한 사항이 된다. 지열(地熱), 수력(水力)을 위시하여 아주 풍부한 에너지자원의 혜택을 받은 아이슬란드이지만 뭐라해도 화석자원이 없어서인지 국가의 기간산업이 움직이지 못한다. 더욱이 산업은 물론 자동차, 선박이 움직이지 않으면 국민의 생활이 이루어지지 못한다. 아이슬란드는 실로 대단한 어업대국이며, 자동차 등의 육상교통기관으로 소비되는 연료와 어선에서 사용되는 연료가 비슷한 정도로 알려져 있다.

그러한 아이슬란드가 1998년 돌연히 세계 최초로 '수소사회 선언(水素社會 宣言)'을 하였다. 앞으로 50년 동안에 탈(脫) 화석연료사회를 지향한다는 것이다. 화석자원이 없는 국가가 도대체 어떻게 해서 수소사회를 실현하고자 하는 것인지 세계가 주목하고 있다. 아이슬란드의 전략과 수소사회에의 구상에 대해 알아보기로 한다.

**아이슬란드의 발상과 지속가능한 사회**  
아이슬란드는 신에너지대국이었다.

지속가능한 사회를 구축하는 것은 이 문명사회를 다음세대에 계승하기 위한 필수조건이다. 전세계가 지속가능한 사회를 지향한 구상으로서 재생가능에너지의 이행(移行)을 진지하게 추진해 나가는 것은 그 때문이다. 재생가능에너지는 자연에너지도 포함하고 있어 기본적으로 없어지지 않는다. 풍력, 태양광, 태양열과 자연을 크게 파괴하지 않는 범위의 소형 수력 등이 그것에 포함되는 이유이지만, 중요한 점은 자연이 직접 공급해주는 범위에서 사용하게 되면 에너지원으로서 결코 없어지지 않는다는 것이다. 당연한 이야기이지만 석유나 석탄은 사용한 부분만큼 확실히 줄어든다.

아이슬란드 사람들은 의외로 자고이래 자신들에게 주어진 풍부하고도 천연자원을 활용하기 우한 지혜를 알고 있었던 것이다. 예를들면, 수도 레이캬비크에서는 1940년대부터 난방과 온수공급은 지열(地熱)에 의하여 행하여졌다고 한다. 그것도 나라 전역에서 거의 100%의 비율로 이용되고 있다고 한다. 전력은 어떤가 하면 수력과 지열로 나라 전체 수요의 99.9%를 공급해주고 있다고 하니 놀랄일이다. 그들은 1970년대의 오일쇼크 이후 정부를 거들어 화석연료를 지열이나 수력 등 국산이면서도 재생가능한 에너지로 대체하는 정책을 추진하여 왔다. 아이슬란드 정부의 설명에 의하면, 아이슬란드 국내에서



이용가능한 열량의 1%밖에 사용하지 못하고 있고 또한, 수력자원에 있어서도 15% 정도의 이용률로서 아직도 풍부한 자연에너지 자원이 존재하고 있다고 한다.

아이슬란드의 '수소사회'를 지향하는 구상은 사실은 이 재생가능에너지의 철저한 이용정책에서 탄생되었다는 것이 중요하다. 수년전까지만 해도 이 재생가능에너지가 문명사회·선진국의 에너지 소비를 감당한다는 것은 절대로 불가능하다고 모두가 생각하고 있었다. 경제적으로 보아도 일반적으로 재생가능에너지는 값이 비싸 코스트경쟁력이 없는 것으로 알려져 왔다. 이 값비싼 에너지와 수소를 연결시킨다는 것은 지금까지의 상식으로는 생각할 수 없는 일이었다. 그렇지만 현실적으로 아이슬란드는 전기값이 싸다. 일반가정의수도·광열비가 전체소비의 3% 정도밖에 안되는 것이 실정이라 한다.

알곶게도 아이슬란드의 '수소화(水素化)'는 이 '값싼 신(新)에너지'를 배경으로 출발하고 있다. '전기를 잡아먹는 산업'으로 알려진 알루미늄제품이 이 나라의 주력산업의 하나였고, 제2차 세계대전 때부터 이 값싼 전력을 이용하여 물의 전기분해를 실시하여 거기서 얻어진 수소는 비료용 암모니아의 제조에 쓰여지고 있었다. 우리들의 '상식'으로는 역(逆)의 발상이라고나 할까. 물을 전기분해하여 얻어진 수소로 비료를 만드는 것 등, 도저히 산업이 될 수 없다고 믿어오지 않았을까.

### 동력을 수소에서

아이슬란드의 사고방식은 우리에게 큰 참고가 될 것으로 생각된다. 또한 필히 참고해야 할 것이다. 우선 '수소·연료전지'부터 시작한 것이 아니라는 점이다. 지열·수력자원을 경제적으로 아주 잘 사용한다는 발상에서 생겨난 것이다. 전력에 쓰고 난방·온수공급에 쓰고, 보통은 거기서 체념해 버릴 수 있다. 그런데 화석 연료의 독무대였던 자동차나 어선 드요이 동력까지를

신에너지로 공급하고자 했을 때 전혀 새로운 발상이 필요하게 된 것이다.

지열로는 차가 움직일 수 없으며, 수력으로 비행기가 날 수 없다. 즉 수소의 등장이다. 지열로 차가 움직이지 않지만 수소를 만들 수 있다면 그 수소로 차를 움직일 수가 있다. 마찬가지로, 원자력으로 보통 자동차나 배는 움직일 수 없으나(물론 원자력 잠수함이나 항공모함 등 군용으로는 많이 이용되고 있으나) 원자력으로 수소를 만들 수 있다면 그 수소로 자동차도 배도 움직일 수 있다. 수소에는 그와 같은 마법이 잠재해 있다고 할까.

만약 엄청나게 싼 비용으로 수소를 만들 수 있다면 현실적으로 국가의 정책으로서 있을 수 있는 이야기이다. 그래서 아이슬란드가 개시한 것이 동력을 수소에 의해 공급하는 프로젝트로서 그 이면에는 전기와 열은 이미 충분히 싼 값으로 청결하게 공급할 수 있다는 자부심을 가지고 있었던 것으로 생각된다.

### 수소사회의 경제성은 무엇인가

2005년의 막이 열리고 일본은 금년에 2030, 2050년을 내다 본 장기적 시야에서의 에너지정책을 구체화학 행동을 개세해 나가야 할 것으로 본다. 곧 2050년이라고 하는 장기적 관점에서 어떻게 행동해 나갈 것인지, 그리고 이를 위해서 가장 중요한 것은 확고한 철학을 갖는 것이라 생각하고 있다. 먼 장래를 예상·예측하는 것이 중요하며 여러가지 시나리오 작업이 이미 실시되고 있는 것으로 보이지만, 우선 주요한 논점은 '에너지 시큐리티'와 '환경문제' 등 지속가능한 에너지소비의 '본연의 모습'에 관한 논의이다. 예측할 것까지도 없이 확실한 것은 앞으로도 일본은 에너지자원 대국으로는 될 수 없다는 것과 탄소제약형 사회가 도래한다는 것이다.

이제부터 우리들이 걸어가야 할 길을 예상해 보는 의미에서 약간 과거의 역사를 뒤돌아보고자 한다. 우리들



인류는 유사 이래 가지각색의 자원을 소비해 왔다. 석탄 중심의 경제·사회에서 탈피하여 석유중심의 경제로 이행한 것은 전쟁이 하나의 원인이었다고 이야기되고 있다. 필연적이었다고 생각된다. 당시에는 매우 큰 사회적 니즈가 존재하였다. 석탄으로 비행기는 날아갈 수 없다. 제2차 세계대전 후 일본의 기적적인 부흥은 석탄산업



의 붕괴와 석유경제로의 이행(移行)없이는 이야기가 안 될 것이다. 탄광을 강제적으로 폐광함과 동시에 새로운 에너지 공급이 개시되었다. 많은 탄광노동자가 갈길을 잃고 많은 비극이 일어났다. 그렇기는 하지만 결과적으로는 전후의 근대사회를 석탄으로 이룩하였다고 생각하는 사람은 없을 것이다.

당시에도 석탄보다 석유가 값이 비쌌을 것이지만 석유사회로의 시프트(Shift)는 확실하게 추진되었다.

조금 시대를 거슬러 올라가 메이지(明治)의 근대화도 마찬가지로 에너지 시프트가 필요조건이었다. 증기선을 보고 당시의 일본인들은 동력기관에 놀란 것이다. 메이지 정부가 우선 먼저 한 것은 석탄에 의한 산업 근대화였다.

석탄은 광부가 땅속에서 파내야 하기 때문에 비용이 들지만 그래도 에너지시프트는 맹렬한 기세로 진행되었다. 에너지시프트는 사회의 요청 즉 수요에 의해 일어나는 것이다. 에너지정책에 있어서 목표수치의 설정과 그 관리는 물론 중요한 일이지만 보조적인 의미를 가지고 있다고 할 수 있다. 사회적인 동향을 무시하고 목표수치 달성에만 얽매는 것을 경계해야 한다고 생각된다. 그러면 수소의 경제성은 무엇인가? 석탄이 사용되는 데는 그렇게 된 이유가 있으며 그 이면에는 서유럽 제국과 어깨를 나란히 하는 근대공업국가 수립이라고 하는 메이지 정부의 대목표가 있었을 것이다.

석탄, 석유 그리고 천연가스와 다양한 화석자원을 이

용함으로써 경제와 산업을 발전시켜 온 일본에 있어서 수소의 경제성은 석유나 천연가스와의 단순한 코스트 비교가 아닌 별도의 요인도 지적되고 있다. 그 하나는 앞에 기술한 바와 같이 시큐리티라고 할 수 있을 것이다. 장기적 관점에서 보면 볼수록 시큐리티는 중요한 의미를 가져다 준다. 화석자원, 원자력, 재생가능에너지 등 매우 다양

한 에너지원에서 만들어지는 융통성 있는 에너지로서 수소는 무시할 수 없는 존재가 되고 있다고 하겠다.

작년 미국 대통령선거 때 미국내에서 대단히 흥미로운 논의가 있었던 일을 기억하고 있다. 부시에 대항하는 케리 후보는 오일 패밀이라고 하는 부시 정권·진영을 비판하면서 기상천외한 논리를 제기하였다. '미국은 도대체 원유 1배럴을 얼마에 구입하고 있는가?' 당시(지금도 그렇지만) 전쟁의 영향으로 원유가격이 계속 상승하여 1배럴 50달러라고 하는 상황에 이르러 세계가 긴박하게 돌아가던 때였다. 표현의 정확함이 어쨌든 중동을 제압하고 안정적으로(세계 최대의 무역상품인) 원유를 사들이기 위해 미국은 연간 3,000억달러의 많은 젊은이의 생명을 희생시키고 있다는 것이다. 만약 이라크 유전의 채굴권이 미국의 손에 넘어왔다고 했을 때 이라크로부터 장래 수입하게 될 석유의 양으로 이 군사비를 나누면 1배럴당 40달러 정도 해당된다는 말이다. 즉, 이것이 만일 사실이라고 한다면 미국은 1배럴당 80~90달러를 들여 석유를 수입하고 있는 것과 같다는 말이 된다. 역으로 말하면 미국은 각 나라가 1배럴당 40달러에 석유를 구입할 수 있는 것을 40달러 더 주고 사는 꼴이 된다.

이렇게 생각해 볼 때 수소의 경제성이 얼마나 다양한가를 보여준다. 경제성의 정의는 그리 간단한 말로 표현할 수 없는 것 같다.



## 아이슬란드의 전략

### 패러다임 시프트는 왜 일어나는가

2003년 11월 미국 대통령의 요청으로 '수소경제 국제 협력 각료회의(IPHE)'가 워싱턴에서 개최되었다. 여기서 수소정책을 가지고 실시하고 있는 15개 국가의 장관급이 모여 각국의 정책 책정 배경과 계획 등이 논의되었다. 아이슬란드는 그 중 하나의 회의 공동의장을 맡았다.

아이슬란드는 첫머리에서도 기술한 바와 같이 인구 29만명의 소국이다. 실례되는 말이지만 경제적으로도 소국인 아이슬란드가 독자적인 자금으로 이와같은 선진적인 프로젝트를 추진하는 것은 현실적으로 곤란할 것이다. 그러나 그것은 그들 발상의 전환을 들 수 있다. 유럽의 주요 대기업들을 부른 것이다. 독일의 다임러크라 이슬러, 노르웨이의 전력회사 노르스크하이드로, 네덜란드 석유메이저 로열더치셀에 협력을 요청하였다.

“이들 기업의 수소기술 개발과 쇼룸으로서 아이슬란드를 사용해 주십시오”

이 발상의 전환은 오히려 소국이었기 때문에 이루어진 것이 틀림없을 것이다.

아이슬란드의 프로젝트는 'ECTOS(Ecological city Transport Supplier) 프로젝트로 불리어 수도 레이카 비크시에서 우선 3대의 연료전지버스를 실전배치하여 이용하고자 하는 것이다.

그리고 수소의 공급은 역사적으로 그들이 득의양양하게 실시해 온 수전해(水電解)인 것이다. 전력의 값이 싼 아이슬란드에서 그들은 결코 수전해를 비싸다고 말하지 않는다. 이 ECTOS프로젝트는 단지 버스나 승용차를 달리게 하는데 그치지 않고 최종적으로는 어선까지 연료전지모터로 움직이게 한다는 철저한 계획하에 진행되고 있다. 버스까지는 많은 나라에서 주행실험계획이나 실적이 있지만 어선까지 시행하겠다고 하는 것은 여기 아이슬란드뿐이다. 아이슬란드에서는 지상을 주행하는 자동차와 같은 정도의 화석연료를 어선이 소

비하고 있다. 어선의 경우 수소스테이션이 해상에 위치할 수가 없어, 기술적으로는 안전성, 신뢰성, 내구성의 면에서 매우 어려운 일이 있을 것으로도 생각되지만 이것이 아이슬란드 ECTOS프로젝트의 최종목표이기도 하며 이것이 완성되었을 때 아이슬란드는 진실로 화석 자원 수입을 제로로 할 수 있게 될 것이다.

이와 같은 아이슬란드의 발상을 기본으로 하여 보면 수소사회 구축을 위한 패러다임시프트는 다음과 같은 관점에서 볼 수 있는 것이 아닌가 생각된다. 일본에 대해서도 말할 수 있는 것은 우선 지역사회의 전략이 핵심이 될 것으로 생각된다. 지역이 독자적인 시도로서 지역 내에 잠자고 있던 자원을 유효하게 활용하여 새로운 지역산업을 이룩하여 그 지역에 돈이 떨어지게 하는 계획을 세우고 추진해 나가는 것이다. 국가 단위에서도 마찬가지 일 것이다. 지역내의 경제를 우선 활성화하는데는 아주 조금만 공부를 해도 되지 않을까 생각한다. 쇼룸, 모델룸이라 해서 해외기업을 유지하는 것도 하나의 방법일 것이고, 시민이 독자적으로 에너지회사를 경영하여 그 지역 시민과 계약하는 것만으로 시민이 지불하는 에너지대금은 지역에 떨어지게 된다. 시민이 주체가 되고 지역마다 조합형태로 풍력발전사업을 운영하는 것이 유럽에서는 드문 일이 아니다

일본에서는 에너지의 자급문제에 대하여 요일쇼크 이후 30년 동안 해답이 나오지 않고 있었다. 지역사회가 독자적으로 에너지 자급과 경제적인 자립을 모색해 냈을 때 일본의 에너지 자급률의 향상에 공헌할 수 있는 가능성이 있을 것으로 생각한다. 예를 들어 그것이 1%였다고 해도 일본의 에너지 자급률이 4%밖에 안되는 현실을 감안해 보면 의미있는 수치가 아니겠는가.

아이슬란드에서는 수소화정책(水素化政策)에 대하여 당초보다 국민의 90%가 그것을 지지하고 있다고 한다.

발췌: 일본전기협회 발행 電氣協會報 에서