

## 제4의 에너지 연료전지

李光榮 <한국일보 부국장/과학평론가>

우주선에 쓰이던 제4의 에너지 연료전지가 과학기술의 발달에 힘입어 우리의 안방에 들어오게 됐다. 연료전지란 쉽게 설명해서 물을 전기분해하는 원리를 정반대로 이용해서 전기를 얻는 것이다. 다시말해 연료전지는 수소와 산소의 전기화학적 반응을 통해 전기를 직접 얻어낸다. 연료전지는 산소와 수소를 계속 흘려 보내 반응하도록 해주면 되기 때문에 여러가지 이점을 갖고 있다.

### 산소와 수소만으로 발전

첫째, 에너지효율이 무척 높다. 화력 발전의 발전효율은 33-38%에 머물러 있으나 연료전지는 40-60%에 이른다. 연료전지의 화학반응과정에서 생겨나는 높은 열을 난방 등에 이용하면 총 에너지 효율은 80%정도에 이른다.

둘째, 전혀 공해가 없는 청정에너지이다. 산소와 수소가 반응하기 때문에 생성되는 물질은 순수한 물이다. 우주선에서 우주인들이 연료전지를 통해 전기를 얻어내고 이때 만들어진 물을 음료수로 사용한 것은 잘 알려져 있다. 연소과정이 없고 발전을 하기 위해 터빈을 사용하지 않기 때문에 연소가스를 낸다거나 진동을 일으키지 않는다.

셋째, 전력을 얻기 위해서 여러가지 시설이나 공간이 필요치 않다. 연료전지는 수소만 있으면 산소는 공기 중에 있는 것을 그대로 사용할 수 있기 때문에 설비가 간단하며 공간이 많이 필요치 않다.

넷째, 전력용량을 일정 단위로 모듈화 할 수 있어 조립건설이 가능하고 필요한 전력을 적절히 조절할 수 있다. 따라서 건물이나 도서와 벽지용으로 안성맞춤이다. 특히 섬같은 곳에서 사용하기에 아주 이상적이다.

다섯째, 연료원이 풍부하다. 연료가 수소이기 때문에 수소를 포함하고 있는 천연가스와 도시가스에서 알콜·메탄가스 등 탄화수소계열의 어떤 연료도 사용할 수 있다.

### 1백73년전 영국과학자가 착상

연료전지는 이미 1백73년전인 1820년 영국의 H.대비경에 의해 착상됐다. 그러나 최초의 연료전지는 1959년 영국의 F.T.배콘이 5kw급 알카리형 연료전지를 완성함으로써 세상에 모습을 드러냈다. 그러나 전력생산 단가가 너무 비싸 실용화되지 못했다.

연료전지가 실용화되기 시작한 것은 미소의 우주개발경쟁이 불을 당기면서

이다. 미국은 1965년 3월 발사한 2인승 제미니 3호 때부터 연료전지를 이용하기 시작했다. 이때 순수한 산소와 수소를 싣고 전기와 열에너지는 물론 필요한 물을 얻어내는 일석삼조의 효과를 얻어냈다. 그러나 순수한 산소와 수소를 이용하는 연료전지는 값이 비싸 우주개발과 같은 특수목적에서만 사용할 수 있는 것이었다.

산업과 가정용 연료전지 연구가 본격화된 것은 1980년대부터이다. 그러나 연료전지가 우리의 생활속으로 들어올 수 있게 된 것은 최근의 일이다. 여러 가지 전해질과 촉매를 이용해서 천연가스 등 탄화수소계열의 연료로부터 수소를 값싸게 뽑아내 대기중의 산소와 결합시키는 실용적인 방법이 개발된 때문이다.

연료전지는 사용하는 전해질 종류에 따라 1세대인 인산(磷酸)형, 2세대인 용융탄산(熔融碳酸)형, 3세대인 고체전해질(固體電解質)형 등 크게 3가지로 나누어 생각할 수 있다. 이중 실용화되기 시작한 것은 인산형이다.

제1세대인 인산형은 전해질로 인산(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)을 사용하는 것으로 작동이 섭씨1백70~2백20도의 비교적 낮은 온도에서 일어난다. 천연가스와 메칠알콜

또는 나프타 같은 연료를 변형기(reformer)를 통해 수소를 뽑아내 공기중의 산소와 결합토록 한다. 이때 촉매로 백금을 사용하기 때문에 발전단가가 아직은 비싸다. 인산의 전기전도도가 낮은 것도 문제점으로 지적되고 있다.

### 美, 일부호텔 등서 실용화

미국은 1982년 40kw급 인산형 연료전지를 호텔과 음식점 등에서 실용화 실험을 마치고 2백kw급을 88년 10월과 89년 3월 각각 상업화 실험에 성공했다. 또한 4천5백kw급을 1983년부터 시험운전중이다. 미국은 실제로 남캘리포니아가스회사가 로스앤젤리스의 사무실 밀집지역에 버스만한 크기의 2백kw급 발전소 10개를 설치해서 호텔과 병원 그리고 교도소 등에 전기를 공급하고 있다.

일본은 후지전지가 1991년부터 1만1천kw급의 대규모 인산형 연료전지 발전소를 완성해서 동경전력(東京電力)의 오정(五井)화력발전소에서 시험 운전하고 있고 산요사 등이 다양한 크기의 인산형 연료전지를 개발중이다. 인산형 연료전지는 1995년부터 본격 상업화가 이루어질 것으로 보고 있다.

제2세대인 용융탄산염 연료전지는 전해질로 용융탄산염(Li CO)의 혼합물을 사용해서 양전극에 다공질의 니켈을 이용, 섭씨 6백-7백도의 고온에서 전기를 얻는 방법이다.

백금을 촉매로 사용하지 않으면서 석탄가스 등 화석연료를 이용할 수 있어 화력발전 대체용으로 크게 주목받고 있다. 그러나 탄산염의 강한 부식성을 이겨낼 수 있는 고내식성, 고내열성 용기재료를 개발하는 일이 숙제로 남아 있다.

용융탄산염 연료전지 기술은 미국과 일본이 앞서가고 있는데 미국은 5kw급을 이미 5천시간이상 시험운전에 성공하고 있으며 20kw급을 시험운전중이다. 일본은 25kw급을 제작, 시험중이고 현재 1천kw급을 연구개발중인데 1997년까지 시험운전을 마칠 계획으로 있다.

제3세대인 고체전해질형 연료전지는 지르코니아(ZrO + CaO + YO)의 고체전해질을 사용하며 섭씨 1천도의 고온에서 산소이온 전도성을 이용하는 방식이다. 제1세대인 인산형이나 제2세대인 용융탄산염 연료전지와 달리 제3세대인 고체전해질형 연료전지는 고체를 전해질로 사용하기 때문에 전지 작동 도중에 전해질이 점차 줄어들어 발전능력이 떨어지는 일이 없을뿐 아니라 장치의 규모가 작으면서도 발전효율이 뛰어나 민수용으로 잠재성이 가장 큰 것으로 평가받고 있다.

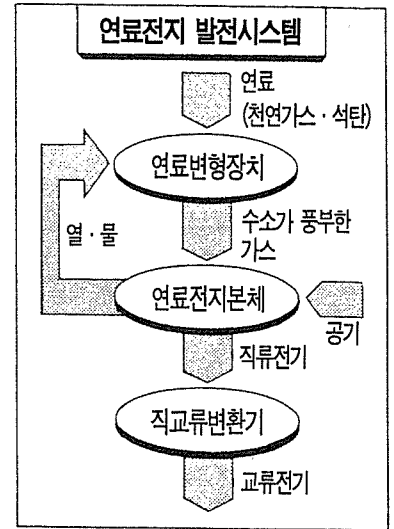
그러나 섭씨 1천도의 아주 높은 온도에서 작동함으로써 내구성과 내열성, 나아가서 내식성 등이 좋은 신소재를 개발하는 일이 중요한 과제로 되어 있다.

미국이 고체전해질형 연료전지 관련 기술을 선도하고 있는데 현재 5kw급의 시험용전지를 개발중이다. 2천년이 후 실용화될 것으로 보고 있다.

### 한국도 85년부터 본격개발

우리나라는 한국에너지기술연구소가 1985년부터 인산형 연료전지의 연구개발에 착수해서 1kw급을 92년 7월부터 시험운전중이다. 연료전지는 시장전망이 밝아 우리나라에서도 호남정유와 삼성전자 등이 인산형, 한국과학기술연구소가 한전의 지원으로 용융탄산염을 개발중이다.

이보다 앞서 한국전력과 한국에너지



기술연구소는 1985년 기술도입에 의해 8.9kw급 인산형 연료전지의 발전에 성공한 바 있다.

한국과학기술연구원은 1989년부터 용융탄산염 연료전지의 개발에 착수했다. 한국전기연구소는 용융탄산염과 고체전해질형 연료전지와 함께 연료전지시스템의 계통연계에 관한 기술을 개발하고 있다. 한국표준과학연구원은 연료전지의 성능평가에 관한 기술을 개발하고 있다.

호남정유는 1992년 5kw급 인산형 연료전지를 개발했고, 한국가스공사는 대체에너지 연구사업으로 40kw급 인산형 연료전지 개발을 계획하고 있다. 삼성중공업이 1993년부터 연료전지용 분리판 개발과 함께 연료전지 개발에 착수했고, 삼성전자가 선도기술개발 과제로 인산형과 용융탄산염 연료전지 요소기술 개발에 착수했다.

유공은 1993년 한국가스공사와 미래형 신에너지분야의 기술개발을 위한 공동연구협약을 맺고 연료전지개발에 뛰어들었다. 이렇듯 우리나라도 제4의 에너지 연료전지개발에 힘을 쏟고 있다. 머지 않아 연료전지는 기술의 발전으로 우선 도서와 벽지에 환한 불을 밝혀줄 것이다. (ST)