

極低溫의 세계

李光榮

(한국일보 부국장/과학평론가)

온도는 어디까지 내려갈 수 있을까. 우리나라의 겨울은 무척 춥게 느껴진다. 하지만 우리나라 겨울은 아무리 매섭게 추워도 도시에서 기온이 섭씨 영하 20도 아래로 내려가는 일은 좀처럼 보기 어렵다. 그러나 평북 중강진 지역에서는 기온이 최저 영하 43.6도(1933년 1월 12일)까지 내려간 일이 있다.

영하 43도이면 코에서 내뿜는 김이 콧수염에 고드름을 만들 정도의 온도이다. 소련의 베르호얀스크에서는 1892년 2월 5일 영하 67.7도까지 내려간 일이 있다. 세계에서 가장 차가운 기온을 나타낸 곳은 남극대륙의 보스톡으로 1960년 8월 24일 영하 88.3도를 기록했다. 영하 88도쯤되면 소변을 보면 오줌이 땅에 떨어지는 순간 얼음이 되어 부서질 정도의 차가운 기온이다.

절대온도는 영하 273.15도

지구의 온도가 이렇다면 온도는 무한정 더 내려갈 수 있는 것일까. 물론 그렇지 않다. 그렇다면 온도는 어디까지 내려갈 수 있는 것일까. 이같은 문제에 대해 연구를 한 사람은 영국의 물리학자 켈빈경(1824~1907)이다.

켈빈경은 1848년 열역학법칙을 이용해서 온도는 섭씨 영하 2백73.15도 아래로 절대 내릴 수 없다는 사실을 알아냈다. 그래서 이 온도를 우리는

절대온도 영(0)도 또는 그의 이름을 따 켈빈온도 영도라 하며 영어 표기로 K자를 사용하고 있다.

켈빈이 밝힌 절대온도는 아직도 풀 수 없는 여러가지 수수께끼가 담겨 있어 우리들에게 큰 호기심을 가져다 주고 있다. 첫째는 절대온도가 왜 존재하는가 하는 것이다. 열역학법칙에 따르면 절대온도 영도가 되려면 물체의 부피가 '영'이 되어야 한다. 이 말은 물체에 부피가 있어서는 안된다는 것이다. 그러나 부피가 없는 물체는 이 세상엔 없다. 절대온도 영도는 마치 물체가 빛의 속도를 낼 수 없는 것과 같이 우리 인류가 도달할 수 없는 신비의 세계인 것이다.

그렇다면 사람이 지금까지 만들어 본 가장 낮은 온도는 몇 도일까. 지금까지 사람이 만들어 본 가장 낮은 온도는 1980년대 중반 핀란드 헬싱키대학 류나스마 교수팀이 이룩한 0.00000015K(1백50나노K)이다. 절대온도에 대단히 근접한 수치이다. 이 수치는 앞으로 더욱 절대온도 영도에 접근해 갈 것이다.

그러나 아무리 과학기술이 발전해도 절대온도 영도는 절대로 만들어 낼 수 없다. 우리나라가 이룩한 가장 낮은 온도는 헬륨희석펌프방법을 이용해서 대략 0.002K까지 성공하고 있다. 극저온은 이와 같이 신비스러운 세계이다.

온도가 영하로 계속 내려가면
우리들의 주변엔
신비로운 현상들이 나타난다.
온도가 더 이상 내려갈 수 없다는
極低절대온도는 영하 273.15도.
그러나 온도가 영하 148도만 돼도
초전도현상이 일어나
컴퓨터 성능이 수천배 올라가고
전자제품의 잡음이 없어진다.
이렇게 신비로운 極低溫의
세계를 열어본다.

超傳導현상, 새 세계 열어

그러나 사람들이 극저온의 세계에 대해 큰 관심을 보이기 시작한 것은 1911년 네덜란드 라이덴대학의 카멜링 온네스가 영하 2백69도(4.2K)의 액체헬륨 속에서 수은의 전기저항이 완전히 사라지는 이상한 현상을 발견하면서 부터이다. 온네스는 이같은 이상한 초전도 현상을 발견함으로써 1913년 노벨물리학상을 받았다.

물체가 극저온으로 내려가면 전기저항이 없어지는 까닭은 무엇일까. 이에 대한 해답은 온네스가 초전도현상을 발견한 46년 후에야 겨우 밝혀졌다. 1957년 미국의 존바딘과 레온 쿠퍼 그리고 존 R 슈리퍼박사팀이 전자가 쌍을 이루어 움직일 때 초전도현상이 나타난다는 사실을 알아냈다. 이를 이들 세사람의 이름에서 첫글자를 따 'BCS이론'이라 한다. 이들은 이 공로로 1972년 노벨물리학상을 탔다.

초전도현상의 발견은 인류에게 많은 꿈을 안겨 주었다. 초전도체가 실용화되면 전기를 발전소에서 가정에 까지 운반하는데 아무런 손실없이 보낼 수 있게된다.

컴퓨터 성능도 수천배로

뿐만 아니라 초전도현상을 이용하면 컴퓨터의 성능을 지금보다 수천배나 더 올릴 수 있게되고 통신위성을 비롯해서 각종 통신과 오디오 등 전자제품의 잡음을 하나없이 깨끗하게 만들 수 있다. 그리고 레일 위를 붕 떠서 시속 600km의 빠른 속도로 달리는 꿈의 초고속 자기부상열차를 만들 수 있다.

또한 밤에 남아도는 전기를 마치 음식을 통조림 속에 저장하듯 잡아 두었

다가 전기를 많이 쓰는 낮시간에 꺼내 쓸 수 있는 길도 열리게 된다. 지하자원 탐사와 여러가지 병의 진단기술도 눈부신 발전을 보게 되고 인류의 에너지문제를 완전히 해결해 줄 핵융합발전도 실현된다.

핵융합발전이 실용화되면 바닷물을 석유와 같이 쓸 수 있는 시대가 열리게 될 것이다. 그러나 초전도현상은 영하 2백33도(40K) 이하로 온도가 내려가야만 한다는 것이 이 현상을 처음 발견한 학자들의 생각(BCS이론)이었다. 그래서 한때 초전도현상을 나타내는 초전도체를 개발하려던 사람들을 크게 실망시켰다. 비록 초전도체가 만들어진다 해도 영하2백33도까지 온도를 내려야 한다면 이를 이루기 위한 기술도 어려울 뿐 아니라 돈이 많이 들어 실용성이 없어지기 때문이었다.

영하 153도 초전도현상

그러나 온도의 장벽이 1986년부터 깨지기 시작했다. 스위스 취리히 IBM연구소의 게오르그 베드노르츠와 알렉스 뮐러박사팀이 이론적인 한계치인 영하 2백33도에서 초전도현상을 나타내는 초전도체를 만들어 보는데 성공한 것이다. 이들은 란사늄과 바륨, 구리산화물 합금을 이용해서 초전도체를 만들어 냈다.

그 후 많은 사람이 고온에서 초전도현상을 나타내는 초전도체를 찾는 데 힘을 쏟기 시작했다. 지금까지 찾아낸 가장 높은 온도에서 초전도현상을 나타내는 물질은 1988년 2월 미국의 허만박사가 개발한 탈륨과 칼륨 구리산화물으로써 이 물질은 1백25K 즉 영하 1백48도에서 초전도현상이 확인되었다.

우리나라는 이보다 석달 늦은 그해 5월 한국표준과학연구원의 박종철박사팀과 서울대학교 물리학과 김정구박사팀이 탈륨과 바륨계통 물질로부터 1백20K 즉 영하 1백53도에서 초전도현상을 확인했다. 지금의 기술로는 대략 77K 즉 영하1백96도 이상이 되면 실용성이 있다고 보고 있다. 이보다 온도가 낮으면 값비싼 액체헬륨을 사용해야 하지만 이 이상이 되면 비교적 값이 싼 액체질소를 이용할 수 있기 때문이다. 실제로 미국은 초전도자석을 만들어 여러 방면에 이용하고 있다. 미국립페르미연구소는 입자가속장치에 초전도자석을 이용하고 있다.

또 요즘 첨단의료장비로 널리 알려져 있는 자기공명단층촬영장치(NMR)에 초전도현상을 이용한 초전도자석이 쓰여지고 있다.

그런가 하면 강력한 초전도자석을 만들어 플레밍의 왼손법칙을 이용해서 시속 1백60km를 내는 초고속 잠수함도 일본에서 만들어지고 있다. 일본과 독일은 초전도현상을 이용해서 시속 6백km의 속력을 내는 초고속 열차를 이미 만들어 시험운전 중이다.

우리나라는 1988년부터 본격적인 극저온연구가 시작돼 현재 극저온 발생과 측정 그리고 응용기술을 개발하고 있다. 우리나라는 이미 초전도자석을 이용하는 자기공명단층촬영장치를 개발해서 전국의 7개 종합병원에서 이용하고 있다.

또 꿈의 자기부상 열차도 개발중이다. 신비스런 극저온의 세계가 멀지않아 우리의 생활을 크게 바꿔놓을 것이 틀림없다. ①7