

박재식의 세포에서 우주까지

# 뮤온으로 백두산 내부 찍으면, 발해 멸망 수수께끼 풀릴까

〈우주 만물 기본 입자〉

박재식

작가·순천사이버대 교수



발해의 멸망은 한국사의 수수께끼로 자주 거론되는 소재다. 한반도 북부와 만주 일대를 차지하고 수백 년간 강한 세력을 유지했던 발해가 926년 거란족이 기습을 시작하자 고작 십수 일 만에 어이없게 멸망했기 때문이다. 그리고 그 멸망의 결과는 한국사에 중대한 영향을 미쳤다. 발해라는 큰 나라가 사라졌다는 그 자체도 큰 충격이었거니와, 발해의 난민이 고려로 대거 유입되기도 했기 때문이다. 발해 난민 중에서는 대광현, 대도수 등과 같이 고려에서 세력을 갖춘 가문의 일원으로 성장한 인물도 배출되었다. 그러므로 고려의 초기 역사와 발해 멸망 사이에는 관련도 많다.

그런데도 발해 멸망 과정에 대해 지금 우리에게 남아 있는 자료는 너무나 적다. 926년은 거란족이 성장하기 시작한 초기 시대라고 할 수 있다. 아무런 기록도 없는 상태로 발해 수도를 급습했다고 하더라도 소수의 거란족이 많은 인구를 낚아챈 영토를 갖고 있었던 발해를 어떻게 그렇게 쉽게 무너뜨리고 지배할 수 있었을까.

그래서 1990년대에 주목을 받았던 색다른 학설이 하나 있었다. 그것은 발해가 자연재해, 그중에서도 화산 폭발로 멸망했다는 이야기다. 발해의 중심지에서 멀지 않은 곳에는 너무나 잘 알려진 화산인 백두산이 있다. 백두산이 10세기 무렵에 거대한 폭발을 일으켰다는 사실에 대한 구체적인 증거가 쌓이면서, 그 화산 폭발의 피해로 발해가 멸망했다는 학설이 나온 것이다.

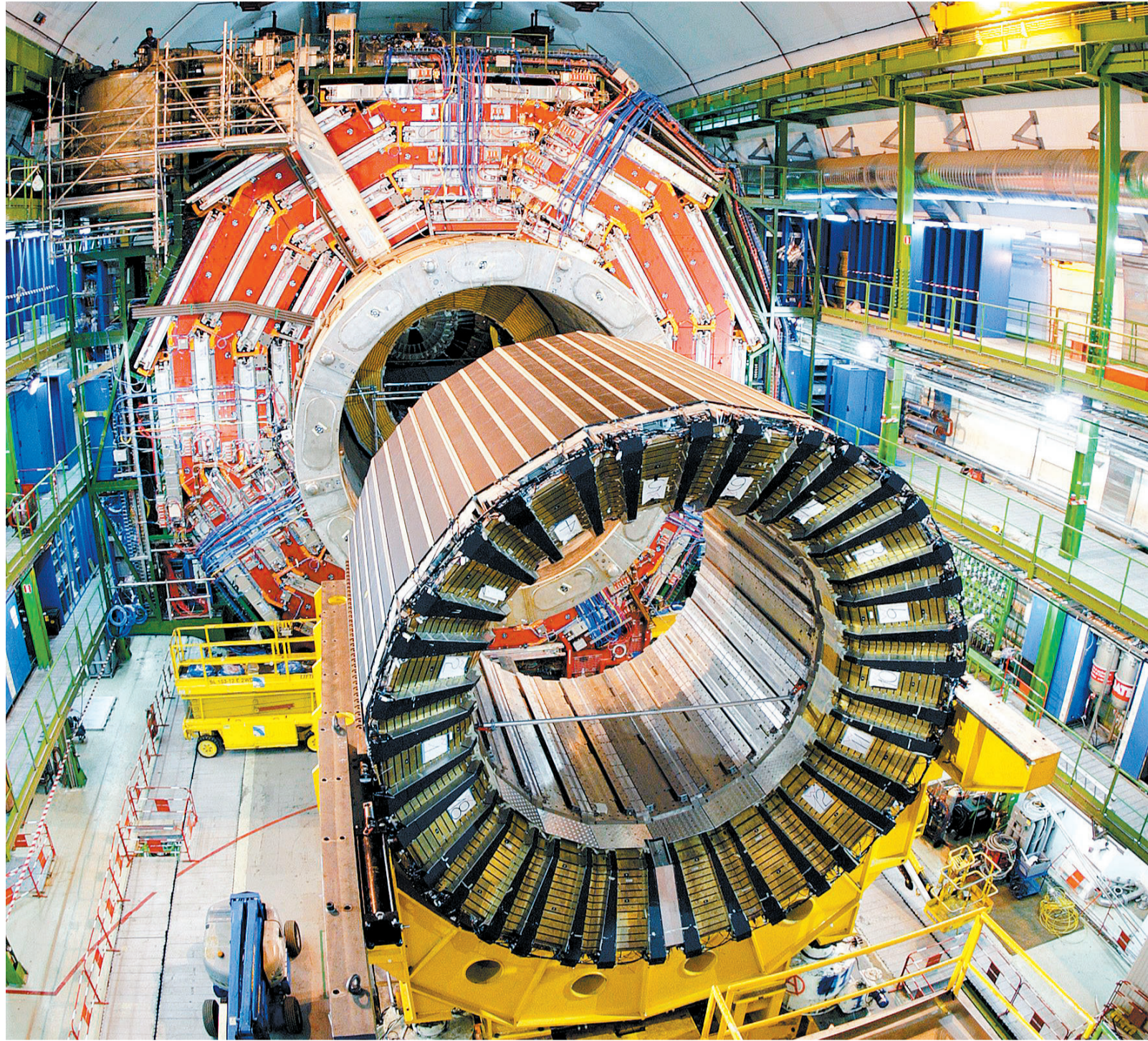
그 시절 백두산이 일으킨 폭발은 대단히 규모가 컸다. 인류가 세상에 출현하고 역사를 남기기 시작한 이후에 발생한 화산 폭발 중에서는 역사상 세 번째 또는 네 번째라고 기록해야 할 만큼 거대한 폭발이었다. 폭발 때 튀어나온 화산재가 아시아를 비롯한 세계 곳곳으로 흩날렸고, 그 쌓인 흔적은 지금도 발견되고 있을 정도다. 지난해 10월 서울대 안진호 교수 연구팀은 한반도에서 7000km 떨어져 있는 멀리 그린란드에서 그때 백두산 폭발로 날아가 쌓인 화산재 흔적을 찾아내기도 했다.

이 정도 화산 폭발이 일어났다면 과연 한 나라가 멸망의 위기에 빠질 수도 있을 것이다. 그런데 백두산 화산 폭발로 발해가 멸망했다는 학설은 2010년대에 들어서서 다시 인기를 잃기 시작했다. 10세기 초에 화산 폭발이 일어난 것까지는 맞지만, 그 시점이 발해 멸망의 시기인 926년보다는 오히려 몇십 년 정도 지난 이후일 거라는 연구 결과가 나왔기 때문이다.

특히 영국 케임브리지대의 클라이브 오웬하이머 연구팀이 2010년대 초에 백두산 화산에 대해 직접 북한에서 연구를 진행하여 상세한 결과를 발표하면서 이런 주장은 더 설득력을 얻었다. 정작 남북 관계가 경색되는 바람에 가까운 남한 학자는 북한에 가서 화산 연구를 하지 못하고 있는데, 멀리 유럽의 영국 학자들이 북한에서 화산 연구를 할 수 있게 되었고 그 때문에 발해의 멸망이라는 한국사의 중대한 사건을 보는 시각이 바뀌게 되었다는 것은 생각해 볼수록 기막힌 일이다.

그러나 여전히 10세기 백두산 폭발은 중요한 주제다. 왜냐하면 화산의 가장 큰 폭발과는 시점이 조금 어긋났다고 해도 발해의 멸망과 쇠퇴에 백두산의 활동이 간접적으로 영향을 끼쳤을 가능성은 남아 있기 때문이다. 나는 얼마 전에도 국내의 한 지질학과 교수로부터 여전히 발해 멸망과 백두산과의 관계를 살펴볼 필요가 있다는 의견을 들은 적이 있다.

그보다 더욱 중요한 것은 과거의 화산 활동에 대한 연구가 현재의 화산을 감시하기 위한 자료가 된다는 점이다. 한반도와 그 주변에는 꽤 많은 화산이



세계 최초로 힉스 입자의 존재를 증명하는 데 결정적 역할을 한 유럽입자물리연구소(CERN)의 뮤온 압축 솔레노이드(CMS) 검출기. [중앙포토]

## 음·양전기, 양성자 아닌 제4 물질 하늘에서 오는 방사선 대부분 차지

## 우주서 지구로 쏘는 X선 같은 역할 피라미드·화산 내부 등 촬영 성공

## 당장 실생활과 거리 먼 기초과학 대폭발 같은 재앙 막을 단서 제공

있다. 백두산이 현대에 또 분화하면 막대한 피해가 생길 것이라는 이야기는 요즘도 종종 언론에 소개된다. 그뿐만 아니라 세계적으로 화산이 많은 나라인 일본에서 몇몇 화산이 큰 분화를 일으킨다면 한국에도 즉시 영향을 미칠 것이다.

한국의 기술 수준이 워낙 부족하던 과거 화산 연구는 선진국이 하는 것이고, 한국은 이웃 일본 학자가 연구하면 그냥 결과를 받아들이기만 하자면 때도 있었다. 그러나 이제는 한반도의 안전을 위해서 한국에서 직접 화산 연구에 본격적으로 나서야 하는 시대가 되었다. 할 수만 있다면 거대한 X선 촬영 장치 같은 것이라도 만들어서 화산 내부를 촬영할 생각이라도 해야 할 시기가.

그렇게 생각해 보면 우리가 생각보다 많은 관심을 가져야 할 물질이 뮤온(muon)이다. 아마 뮤온이라는 물질을 들어 본 사람이 많지는 않을 것이다. 앤더슨이라는 미국 과학자가 1936년 뮤온을 처음 발견하기 전에, 과학자는 우주의 모든 물체를 이루는 재료는 음의 전기를 띠고 있는 전자, 양의 전기를 띠고 있는 양성자, 전기를 띠지 않고 있는 중성자, 세 가지이고, 그 세 가지의 작디작은 물질이 수없이 모여서 조합되어 만물이 생긴다고 생각했다. 양의 전기, 음의 전기, 전기 없는 상태인 세 가지 물질이 온 세상의 근원이라니, 균형도 딱 맞는 느낌이다.

그런데 뮤온은 그 중 어느 것으로도 풀이할 수 없



백두산 천지 모습. 10세기 후반 백두산 화산 폭발로 인해 발해가 멸망했다는 학설이 있다.



일본·프랑스 등 국제연구진이 뮤온 입자를 이용해 이집트 대피라미드 내부를 탐사하고 있다. [중앙포토]

는 애매한 물질이었다. 뮤온이 발견되자 과학자는 딱 맞아 떨어지던 세계가 깨어진 것 같은 당황스러움을 느꼈다. 노벨상 수상자 이지도어 라비(Isidor Isaac Rabi)가 뮤온이 발견됐다는 소식을 듣고, "누가 그런 것을 주문했던 말인가?"라고 한탄했다는 이야기는 유명하다. 그런 만큼 뮤온은 우주의 근원에 대한 과학자의 생각을 뒤집어 준 물질이다. 그래서 그 후 뮤온 또한 가장 작은 우주 만물을 구성하는 재료, 기본 입자(elementary particle)로 취급되고 있다.

이렇게만 말하면 대단히 희귀하고 기이한 물질인 것 같지만, 그런 것치고 뮤온은 흔한 물질이다. 자연에서도 방사선이 조금씩 나오기 때문에 일상생활 중에 누구나 약간의 방사선은 맞게 된다는 이야기가 아마 들어 본 적이 있을 것이다. 그런데 하늘에서 저절로 내려오는 방사선 중에 지상의 사람에게 닿는 방사선의 주류를 차지하는 것이 바로 뮤온이다.

그러니까 눈에 보이지는 않지만 지금 이 순간에도 하늘에서 떨어지는 뮤온을 우리 모두 아주 조금씩은 계속해서 맞고 있다. 그 양이 너무 적어 건강에 별 해가 되지 않을 뿐이다. 한국의 방사선 문제를 민감하게 여겨서 매우 많은 논쟁이 벌어지는 나라인데, 정작 뮤온같이 중요한 방사선의 원인 물질에 대한 기본 연구에는 다른 선진국에 비해 관심이 많지 않고, 투자도 그다지 많이 이루어지지 않는 다. 나는 이런 사실이 무척 아쉽다.

뮤온이 하늘에서 계속해서 내려온다는 말은, 우주에서 지구를 향해 X선 같은 역할을 하는 물질을 계속 쏘아 주고 있다는 것과 비슷하다. 그래서 과학자는 뮤온을 정밀 측정해서, 별도로 X선을 쏘아 주는 기계 없이도 하늘에서 저절로 내려오는 뮤온을 이용해 지구에 있는 물체의 X선 사진 비슷한 것을 찍어 볼 수 있다는 생각을 하게 됐다. 그렇게 시작된 연구 중에서도 유명한 것이 거대한 이집트 피라미드의 내부를 뮤온을 이용해서 투시하듯이 촬영한 연구다. 이렇게 2016년부터 진행된 스캔 피라미드(Scan Pyramid) 사업에는 일본인 연구팀도 참여했다.

그리고 2021년에는 일본 도쿄대의 다나카 히로유키 연구팀 등이 일본의 화산 내부와 그 속 마그마 모습을 뮤온을 이용해 촬영하려 시도한 연구도 성공을 거두었다. 연구 결과를 보면 별도의 방사선을 쏘지 않고도 항상 우리 주변을 스쳐 지나가는 뮤온을 이용해 거대한 화산 내부를 투시의 초능력을 발휘하듯 관찰했다. 그러나 이제 이런 기술로 한국에 한한도와 그 주위의 화산 내부를 뮤온을 통해 관찰해 보자는 의견도 나오고 있다. 아닌 게 아니라 2021년에는 한국원자력통제기술원을 비롯한 국내 연구 기관에서 뮤온 단층촬영장치를 개발했다고 발표하기도 했다. 이 발표에 따르면 뮤온 단층촬영장치를 쓴다면 핵폐기물처럼 함부로 뜯어 보기 어려운 물체의 내부를 꿰뚫어 볼 수 있을 거라고 한다.

나는 이러한 기술 발전을 통해 연재인가 발해 멸망의 수수께끼도 더 명확하게 풀리는 날이 올 거라고 생각한다. 일상생활과는 거리가 먼 고상한 기초과학, 순수 과학 문제인 것 같은 우주 만물의 기본 입자, 뮤온이 사실은 우리의 안전 문제와 이렇게 가깝게 연결될 수 있다. 이런 것이 요즘 과학의 모습이야. "돈이 안 되는 기초 과학"이라는 상투적인 말의 고정 관념에서 이제 벗어날 때가 되지 않았을까.

〈광주일보와 중앙 SUNDAY 제휴 기사입니다〉

박재식 공상과학(SF) 소설가이자 과학자. 과학과 사회·역사·문화를 연결짓는 과학 커뮤니케이터로 활동하고 있다. '한국 괴물 백과' '박재식의 세균 박물관' 등을 냈다. 한국과학기술원(KAIST)에서 원자력 및 양자공학·화학을 전공, 연세대에서 공학박사를 취득했다.

# 건물·주택 지붕공사, 스틸방수, 리모델링

건축시공, 설계, 견적, 리모델링, 상담문의



갈라강관 지붕공사



건물 리모델링



전원주택신축

공장신축



옥상스틸방수



주택(외, 내부) 리모델링



정크패널시공

창호(샷시)교체

MODERN **모던건설**

사무실 광주 북구 자미로45(신안동)  
공 장 광주 서구 서항2길3(서항동)

시공문의 전상하 T. 062)531-3530, H. 010-9229-3530