

뚜렷한 백두산 폭발 전조, 방지해도 되는가?

홍태경 교수(연세대학교 지구시스템과학과)



백두산이 뚜렷한 폭발의 조짐을 보이고 있다. 전문적 예상에 의하면 백두산 화산폭발의 위력은 최근 항공대란을 초래한 아이슬란드 화산폭발의 1,000배 이상일 가능성이 있다고 하며, 그 피해로 전지구적인 기후변화가 야기될 가능성 또한 심각한 수준이라고 한다. 폭발의 전조는 명백한 신호를 보내오고 있으나 동북아의 예민한 국경지대에 위치한 백두산의 지정학적 요인으로 인해 한·중·일 및 북한 등 관련 당사국들의 공동 대응은 효율적, 체계적으로 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 학계 등의 전문분야에서 연구관찰성과를 도출하지 못한다면 경제, 산업, 방재, 환경, 보건, 교통, 기상 등 여타 분야 역시 대응방안은 오리무중일 수밖에 없을 것이다. 임박한 백두산 폭발, 속수무책으로 보고만 있어도 되는가? 연세대학교 지구시스템과학과 홍태경 교수를 만나 백두산의 화산활동 현황과 전망을 들어보았다. ■ 취재: 전혜원 기자

◀ 홍태경 교수



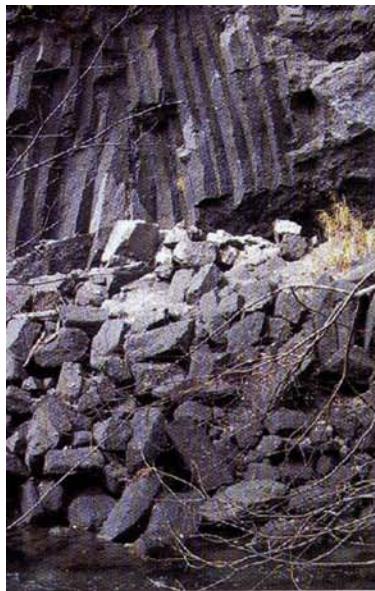
백두산이 폭발의 전조를 보이고 있다고 합니다. 현재 어떤 일이 일어나고 있는지 말씀해 주십시오.

천지의 위용(제공자: 국립공원관리공단)

"백두산은 휴화산으로 알려져 있죠. 그래서 당장 폭발하지는 않을 것이라는 안일함에 빠져있는데, 사실은 백두산은 언제든지 폭발할 수 있는 화산입니다. 우선 역사를 살펴봐도 여러 차례 활동한 기록이 있습니다. 과거의 폭발에 의해 나온 화산쇄설물을 분석한 결과 수차례 대규모의 폭발이 있었다는 것을 알 수 있겠죠. 백두산 주변 온천에서 뜨거운 물이 올라온다는 것도 그 아래에 분명히 마그마의 활동이 있다는 증거입니다. 올해 초에 백두산 인근 지역의 지하 560km에서 강도 7.0의 심발지진이 발생했습니다. 지하 깊은 곳에서 발생한 지진이라서 지표에는 아무런 영향을 미치지 못했지만 아이티에서 발생한 지진만큼 강도 높은 지진이었기 때문에 이 지진에 학계가 관심을 기울이게 되었습니다.

그런데 이 지진이 백두산 폭발과 깊은 연관성이 있는 지진입니다. 설명하자면, 백두산 600km 아래 지중에는 태평양 판이 들어가고 있는데, 이 판이 빠른 속도 섭입함으로 인해 발생한 지진입니다. 태평양 판이 이렇게 빠르게 이동하면 그 판 위에 뜨거운 물질들이 상승하게 되고 그것이 백두산 폭

화산이 폭발하기 전에는
지진이 많이 발생합니다.
화산 아래에 있는 마그마
방에 마그마가 채워지게
되면 화산체에 압력을
주게 되고, 이 압력에
의해 응력이 쌓이게 되고,
이것이 지진활동의
원인이 됩니다.



▲ Jinjiang 溫泉에서의
봉괴(2004년 9월 8일 규모
3.7 지진)

提供 : WeiHaiquan



▲ 천지칼데라 내 화산가스가 방출되는데, 특히 헬륨(He), 수소(H2)의 함량 급증 (提供 : WeiHaiquan)



발을 촉발하는 겁니다. 이렇듯 폭발할 가능성을 높이는 여러 가지 원인들이 있고, 또 직접적인 폭발의 전조현상들이 나타나고 있습니다.

화산이 폭발하기 전에는 지진이 많이 발생합니다. 화산 아래에 있는 마그마 방에 마그마가 채워지게 되면 화산체에 압력을 주게 되고, 이 압력에 의해 응력이 쌓이게 되고, 이것이 지진활동의 원인이 됩니다. 마그마 방이 다 차게 되면 마그마가 화도를 따라 상승하게 됩니다. 그렇게 마그마가 상승할 때 또 그 주변에 압력을 가해서 지진이 일어나게 되는 거죠. 따라서 지진발생 빈도가 잣아지면 폭발을 예상할 수 있게 되는 겁니다.

2,000년대 들어와서 백두산의 지진활동량이 지속적으로 증가하고 있습니다. 2002년도에는 그 활동이 특히 왕성해서 한 달에 무려 250여 차례의 지진이 발생하기도 했습니다. 그 당시엔 백두산이 어떻게 안 터졌나 싶을 정도로 지진활동이 심하다가 다시 잠잠해졌는데, 최근 또다시 지진활동이 늘어나고 있다고 합니다.

또 하나의 전조로, 마그마가 잔뜩 채워지면 화산체가 부풀어 오르는 현상이 나타나는데, 산이 부풀어 오른 정도로 봐서 폭발이 임박했음을 짐작할 수 있죠. 우리나라에서 인공위성으로 화산체를 관찰해 얻은 결과로도 백두산의 화산체가 부풀어 오르고 있음을 확인할 수 있었습니다. 또한 마그마가 지표에 가까이 오게 되면 마그마 속에 포함되어 있던 가스들이 많이 나오게 됩니다. 온도도 증가하지요. 이런 현상들이 지금 현재 백두산에서 실제로 일어나고 있고, 이러한 전조들을 통해 백두산이 곧 폭발한다는 것을 짐작할 수 있습니다.”

백두산 폭발에 많이 긴장하신 것 같습니다. 어떤 피해를 예상할 수 있겠습니까?

“1,000년전 백두산에서 엄청난 규모의 화산폭발이 있었습니다. 그 폭발은 근 2,000년 동안 지구상에서 가장 큰 화산폭발이었을 것으로 추정되고 있습니다. 그 당시 폭발로 백두산 윗부분의 1/3이 날아가 버리고, 전 아시아권에 화산쇄설물이 쌓일 정도였습니다. 그 시기가 발해 멸망 시기와 겹쳐서 백두산 화산 폭발을 발해 멸망의 원인으로 보는 학자들도 있습니다. 대규모 화산폭발로 일어난 자연재해, 기후변화로 인해 농사를 제대로 짓지 못해 일어난 기근 등이 발해가 멸망하게 된 원인이 되었다는 겁니다. 화산이 폭발할 때 항상 같은 규모로 폭발하지는 않겠지만 과거에 큰 폭발을 했었다면 언제나 큰 폭발을 할 잠재력이 있는 거죠. 따라서 이번에 다시 폭발한다면 중국, 북한은 물론 우리나라와 일본, 더 크게는 전 세계적으로 영향을 미칠 수 있는 거대한 폭발이 될 가능성이 큽니다. 방금 말씀드린 발해의 멸망 외에도 화산 폭발로 인해 도시가 멸망하고, 사회 혼란이 일어난 예가 많습니다. 따라서 백두산 화산폭발은 사회와 국가에 심대한 영



▲ 화산가스로 인한 백두산 산림의 수목 고사 / 提供 : WeiHaiquan

도가 높은 지역은 아니고, 충분히 관측하면 어느 정도 폭발시기를 예측할 수 있기 때문에 피해가 예상되는 인근 주민들을 대피시킬 수 있습니다. 백두산 주변의 자연은 흘러나온 용암과 화산가스, 화산탄 등으로 인해 폐허가 되겠지만 인간이 입는 인명 피해는 크지 않을 겁니다.

문제는 2차적인 피해입니다. 화산쇄설물은 무게가 가벼울수록 더 멀리, 더 높이, 대기 중에 떠다니게 됩니다. 아주 고운 입자들은 성층권까지 떠다니게 되는데 이 입자들이 햇빛을 가려 기후변화를 일으킬 수 있습니다. 흔히 공룡의 멸종 원인을 운석충돌로 발생한 대량의 먼지가 몇 년 동안 지구 전역을 감싸 기온이 급격하게 떨어지면서 생태계가 파괴되는 바람에 멸종한 것으로 봅니다. 대규모의 화산 분출이 일어날 경우, 그런 비슷한 일이 일어날 가능성이 있습니다. 공룡 멸망 때와 같은 전지구적인 재해는 아니겠지만, 일부 지역에서는 농작물과 생태계에 영향을 미쳐 피해를 입을 수 있습니다. 또 먼지가 촉매 역할을 해서 폭우와 폭설이 일어날 수 있습니다. 이러한 폭우와 폭설로 인한 홍수와 폭설피해 등을 예상할 수 있겠죠. 가장 우려가 되는 것은 경제적인 피해입니다. 최근 일어난 아이슬란드 화산 폭발은 폭발 규모가 그리 크지 않았음에도 불구하고 화산재가 중국 서부지역까지 날아와 수 주동안 전 유럽에 항공 대란을 일으켰습니다. 백두산 폭발은 예상되는 규모가 더 크기 때문에 최소 수개월동안 화산재가 대기 중에 떠다닐 가능성이 큽니다. 한국, 중국, 일본같이 인구밀도가 높고 경제활동이 활성화된 지역에서 이런 일이 벌어진다면 그 경제적인 피해는 어마어마할 것이라고 예상됩니다.”

우리가 어떻게 대비해야 되겠습니까?

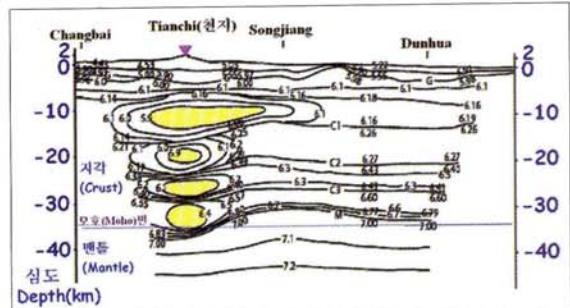
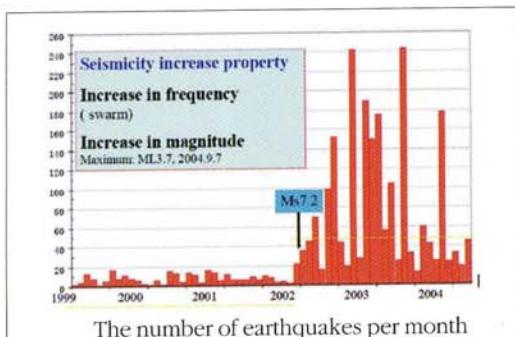
“지금 시급한 것은 백두산이 언제 폭발할지, 폭발량이 어느 정도 될지를 파악하는 일입니다. 그 다음에야 시뮬레이션을 통해 피해를 예상하고 대안을 만들 수 있는 거죠. 화산재에는 황 성분이 많고 호흡기질환을 일으킬 수 있기 때문에 만약에 화산재가 서울에 쌓일 정도로 많이 날아오게 된다면 대피소를 만든다는가, 화산재를 막을 수 있는 창틀을 설치해야 하는데, 이 일은 시간이 꽤 걸리는 일입니다. 또 항공대란을 막으려면 기류동향 시뮬레이션을 통해 우회항로를 만드는 등의 대책이 필요합니다. 그런데 지금 상태로는 언제 폭발할지, 화산재가 얼마나 날아올지, 그 자료가 없기 때문에 미리 대비를 할 수가 없는거죠. 현재 우리 학계가 겪고 있는 심각한 문제는 우리가 백두산에 대한 직접적인 자료를 얻을 수 없다는 것입니다. 지금은 모두 중국으로부터 나온 간접적인 자료에 의존하고 있는 형편이죠. 중국 측이 자신들의 관측 자료를 공개하면 좋을텐데, 중국은 정책적으로 관측자료를 외부에 배포하지를 않습니다. 따라서 우리가 직접

향을 끼칠 가능성이 큽니다. 백두산 화산폭발로 인해 가장 피해를 보게 될 북한은 재해로 인한 극심한 사회혼란으로 정권 존립이 위태로워 질 가능성도 있습니다. 화산폭발로 인해 북한 정부가 무너지게 되면 우리는 통일을 대비한 시나리오를 준비해야겠지요. 이렇듯 백두산 화산폭발은 자연재해일 뿐 아니라 심각한 사회변화를 일으킬 수 있기 때문에 예의 주시할 필요가 있습니다.”

백두산 폭발은 구체적으로 우리나라에 어떤 영향을 미치게 되겠습니까?

“화산폭발로 인한 1차적인 피해는 그리 심각하지 않을 거라고 생각합니다. 일단 백두산 주변이 인구밀

최근 일어난
아이슬란드 화산
폭발은 폭발 규모가
그리 크지
않았음에도 불구하고
화산재가 중국
서부지역까지 날아와
수 주동안 전 유럽에
항공 대란을
일으켰습니다.
백두산 폭발은
예상되는 규모가 더
크기 때문에 최소
수개월동안 화산재가
대기 중에 떠다닐
가능성이 큽니다.
한국, 중국, 일본같이
인구밀도가 높고
경제활동이 활성화
된 지역에서 이런 일이
벌어진다면 그
경제적인 피해는
어마어마할 것이라고
예상됩니다.



한중일 학계는 공동연구를 통한 문제 해결의 필요성을 느끼고 있습니다. 그렇지만 백두산이 중국과 북한의 국경에 위치한 곳이고 민족 역사와 관련된 상징적인 곳이기 때문에 백두산 화산 연구는 정치/국제적으로 매우 민감한 사안이 될 수 밖에 없습니다.

연구해서 파악할 필요가 있습니다.

지진학적으로 화산체를 연구하는 방법 중에 지진파 속도의 차이를 이용해 화산체 아래를 스캐닝 해볼 수 있는 토모그래피라는 방법이 있습니다. 만약 뜨거운 물질이 있게 되면 그 지역은 저속도층으로 나타납니다. 만일 뜨겁게 녹지 않은 딱딱한 물질이 있으면 그쪽은 고속도층으로 나타납니다. 이렇게 해서 화산체 아래에 저속도층이 나타나는 위치를 추정해보면 마그마가 어느 정도까지 쌓였고 어느 정도까지 올라왔는지 알 수 있습니다. 이런 연구가 되어야 연도별로 어떻게 변하는지 관측해 상승속도를 계산할 수 있고 앞으로 몇 년 후에 폭발할 거라는 예측을 제시할 수 있거든요. 지금 지진발생빈도가 증가한다지만 이것이 마그마 방을 채우고 있는 단계라면 아직 시간이 좀 있습니다. 하지만 정말 마그마 방이 꽉 차서 화도를 따라 상승하는 단계라면 정말 시간이 없는 겁니다. 한중일 학계는 공동연구를 통한 문제 해결의 필요성을 느끼고 있습니다. 그렇지만 백두산이 중국과 북한의 국경에 위치한 곳이고 민족 역사와 관련된 상징적인 곳이기 때문에 백두산 화산 연구는 정치/국제적으로 매우 민감한 사안이 될 수 밖에 없습니다. 북한도 백두산 폭발을 매우 심각하게 생각하고 2007년도에 지진계를 설치해달라고 우리 정부에 요청한 사례가 있었습니다. 하지만, 한국의 정권 교체와 함께 그 일은 더 이상 진척이 되지 못했습니다. 당시 북한측은 지진계 설치는 하되, 관측자료를 한국측에 제공하는 것은 거부하였습니다. 북한이 자료를 넘겨주길 두려워 한 이유는 지진계로 지진뿐만 아니라 지하 핵실험이라든지 북한 내에서 벌어지는 여러 상황을 파악당할 수 있기 때문에 그랬던 것이라고 봅니다. 중국의 경우에도 이미 백두산에 자신들의 지진계와 관측소를 많이 설치했지만 아까 말한 바와 같이 자료공개를 매우 꺼리기 때문에 우리나라나 일본 측 연구자들이 중국의 주장을 객관적으로 검증해 볼 수 있는 수단은 극히 제한되어 있습니다. 이런 점은 어서 정부가 나서줘야 합니다.”

현 시점에서는 정부의 역할이 가장 중요한 것 같군요.

“그렇습니다. 일단 공동연구가 이루어 질 수 있도록 정부차원의 협약을 맺어줘야 합니다. 중국이나 북한이나 서로 다른 이해관계가 얹혀있기 때문에 해결하기는 쉽지 않지만, 만일 이 문제를 해결하지 못하면 우리는 넋놓고 있다가 규모도 알 수 없는 피해를 보게 될 수 있습니다. 정부가 나서서 가교 역할을 해주는 것이 필요하다고 생각합니다.”

학계의 움직임 외에도 산업계와 국가기관은 백두산 폭발에 대해 어떤 인식을 가지고 위기대응을 하고 있는지 대기업 연구소와 국가산하 연구기관에 문의해보았지만 관련된 연구자료나 담당자가 없다는 답변만 들었다. 홍태경 교수의 말대로 화산폭발 경험이 전무한 우리나라에는 전혀 대비가 되어있지 않다. 최근에 언론에서 백두산 폭발에 대해 언급했지만 별다른 대책없이 이 문제는 다시 수면 아래로 잠기는 분위기이다. 정부는 반드시 대책마련에 앞장서야 할 것이다.