

보도일시	배포 즉시 보도
	2024. 10. 7.(월)
문의	연구단장/연구책임자 지구환경과학부 안진호 교수(02-880-6726) / 교신저자
	연구단/연구진 이기윤 연구원(02-882-6726) / 제1저자

■ 제목/부제

제목	그린란드 빙하에 상세히 기록된 백두산 화산대폭발
부제	백두산 천년분화 폭발 간격, 화산가스 방출고도 및 기후변화

■ 요약

백두산 천년분화(Millennium Eruption)은 과거 2,000년 동안 발생한 가장 강력한 화산 폭발 중 하나로, 서기 946년 말에 발생했다. 최근 백두산 일대에서 서로 다른 마그마 성분의 화산재 기원의 암석이 발견되어, 천년분화가 두 번의 폭발이 있었던 것으로 알려졌으나, 그 간격은 정확히 알기 어려웠다. 우리는 그린란드의 빙하코어 시료에서 백두산 천년분화 기원의 미세한 화산재를 발견하였다. 다양한 빙하화학적 분석결과를 바탕으로, 천년분화가 겨울철에 발생하였으며, 두 번의 큰 폭발 간격이 1~2개월이었음을 규명하였다. 또한, 천년분화 화산기원의 황 성분을 빙하시료에서 분리하여 정밀 분석한 결과, 천년분화 동안 방출된 화산가스가 성층권의 오존층까지 올라가지 못하고, 대부분 대류권에 머물면서 일시적으로 햇빛을 차단하여, 기후변화에 미치는 영향은 크지 않았다고 제시하였다. 본 연구는 서울대학교 주도로 덴마크, 영국, 미국, 스위스와 함께 총 5개국 8개 연구기관이 참여한 공동연구로 진행되었으며, Nature 자매지인 Communications Earth & Environment에 논문이 게재되었다.

<p>연구 필요성</p>	<p>화산폭발은 주요 자연재해의 하나로, 분출 강도, 분출 간격에 정확한 정보는 자연 재해를 대비하고 그에 대한 피해를 줄이기 위한 매우 기초적인 정보이다. 백두산의 천년분화(Millennial Eruption)는 서기 946년에 발생한 것으로서 인류 역사상 가장 큰 화산분출 중 하나였다. 그 화산재가 동해를 건너 일본에까지 이르러 수 cm에 달하는 화산재층을 형성하였다. 최근 백두산 천년분화에 의한 백두산 인근에 형성된 암석 성분을 연구한 결과, 크게 다른 성분의 마그마 방출이 2번 있었다는 것을 알았는데, 그 시간 간격이 정확히 알려지지 않았다. 이러한, 과학적 미해결 문제를 해결하고자 그린란드의 빙하코어를 이용하게 되었다. 그린란드에서는 연간 적설량이 높아(녹여서 물로 만들었을 때에 매년 20cm 이상), 1개월에 해당하는 시간적 기록도 빙하를 이용하면 상세하게 연구가 가능하다는 장점이 있다.</p> <p>또한, 화산폭발은 지역적 또는 전 지구적인 냉각화를 가져와 기근과 전쟁을 일으킬 수 있다. 백두산 천년분화와 비슷하거나 약간 더 큰 규모의 방출이 1815년 인도네시아 탐보라에서 있었다. 이때 방출된 화산가스로 지구 전체적으로 한랭화가 있었는데, 화산분출 다음 해인 1816년에는 여름이 사라지게 만드는 효과를 냈다. 특별히, 미국 동부에서는 서리가 내리고 농작물의 작황이 나빠져 기근이 왔었다는 기록이 있다. 그러나, 백두산의 946년 천년분화와 관련된 지구 냉각화 효과는 크게 보고된 것이 없었다. 여러 가지 의견이 있었으나 정확한 분석자료가 부족한 상태에서 정확한 이유를 알기 어려웠다.</p>
<p>연구성과/ 기대효과</p>	<p>본 연구에서는 크게 두 가지의 연구성과를 도출하였다. 첫 번째는 천년분화의 시기와 두 분출의 간격을 가장 정확하고 신뢰할 수 있는 자료로 제시하였다는 데 있다. 즉, 천년 분화는 겨울철에 발생하였으며, 두 번의 큰 분출 간격은 1-2개월에 해당한다는 것이다. 두 번째 성과는 이산화황의 분출고도가 성층권의 오존층에 도달하지 못하였고, 대부분 대류권에 머물면서 큰 기후변화 효과를 발생시키지 않았다는 것이다.</p> <p>이러한 연구결과는 향후 백두산 화산분출의 시기, 단기간 분출 간격 및 횟수, 기후변화 효과를 연구하는 데 매우 중요한 기초자료로 사용되어, 화산폭발과 관련된 재난 대비에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.</p>
<p>Abstract</p>	<p>The Millennium Eruption of Mt. Baekdu, one of the most powerful volcanic eruptions in the past 2000 years, occurred in late 946 A.D. Recently, volcanic ash rocks of different magma compositions have been found in the Mt. Baekdu area, suggesting that the eruption occurred in two eruptions, but the exact time between them has been difficult to determine. We found fine-grained ash from the Mount Baekdu millennial eruption in ice core samples from Greenland, and based on various glaciochemical analyses, it was determined that the Millennial Eruption occurred during the winter months and that the two major eruptions were separated by one to two months. Furthermore, the sulfur component from the Millennial Eruption was isolated from ice samples and analyzed in detail, suggesting that the volcanic gases from the Millennial Eruption released could not reach the ozone layer in the stratosphere and mostly stayed in the troposphere, temporarily blocking sunlight, and thus had no significant impact on climate change. The study was led by Seoul National University and collaborated with eight research centers in five countries, including Denmark, the United Kingdom, the United States, and Switzerland.</p>
<p>Journal Link</p>	<p>논문게재지: Nature 자매지인 Communications Earth & Environment https://www.nature.com/articles/s43247-024-01713-z</p>

■ 본문

□ 연구결과

연구성과 1. 그린란드 빙하코어에서 백두산 천년분화에 해당하는 화산재 발견 및 성분분석으로 천년분화는 겨울철에 두 번의 서로 다른 마그마 분출로 이루어졌고, 이 마그마 분출의 시간 간격이 1~2달이었음을 제시함.

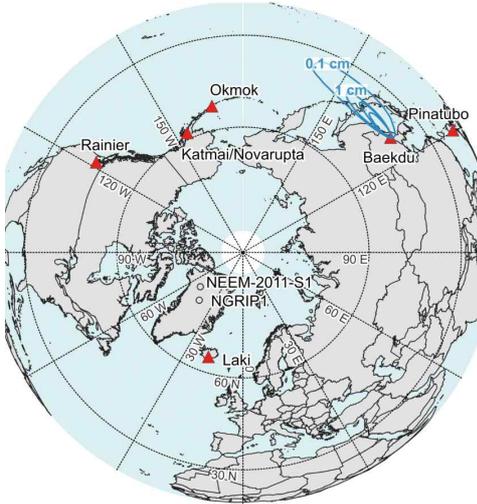


그림 1. 백두산과 그린란드 빙하 시추 (NGRIP1) 위치. 백두산 화산재가 약 7000 km 떨어진 그린란드까지 날아가 빙하에 보존되었다. 파란색 타원은 거리에 따라 쌓이 화산재 두께를 가리킨다.

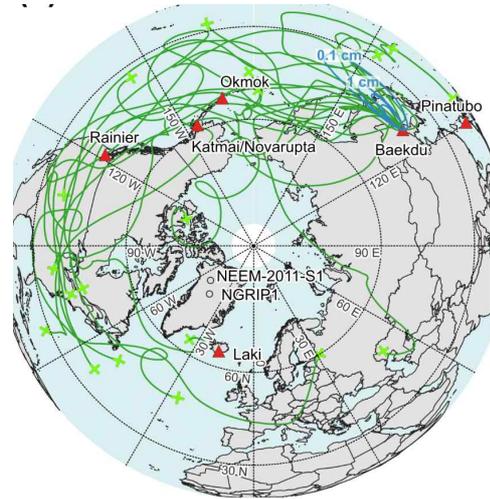


그림 2. 지상 8km에서 10일 동안 예상되는 백두산 화산재 이동경로

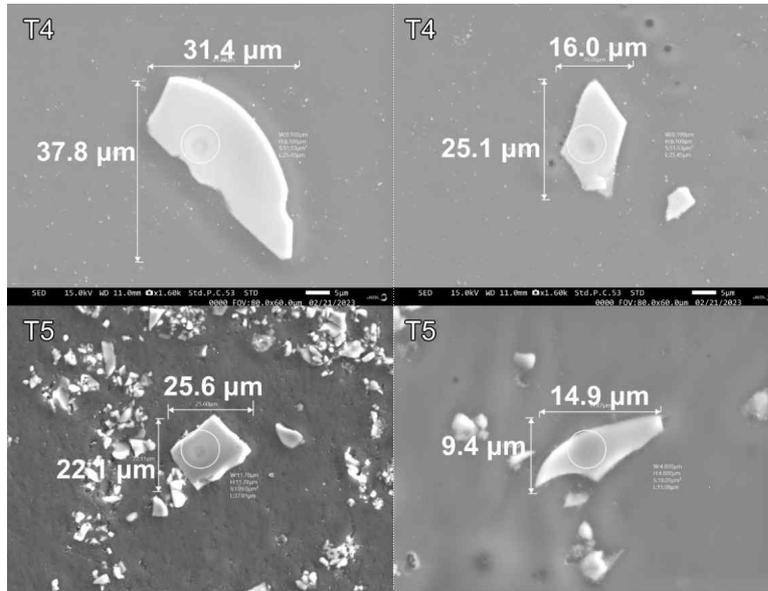


그림 3. 그린란드 빙하코어에서 발견된 백두산 천년분화 기원의 화산재. 길이의 단위인 μm 는 1/1000 mm에 해당된다.

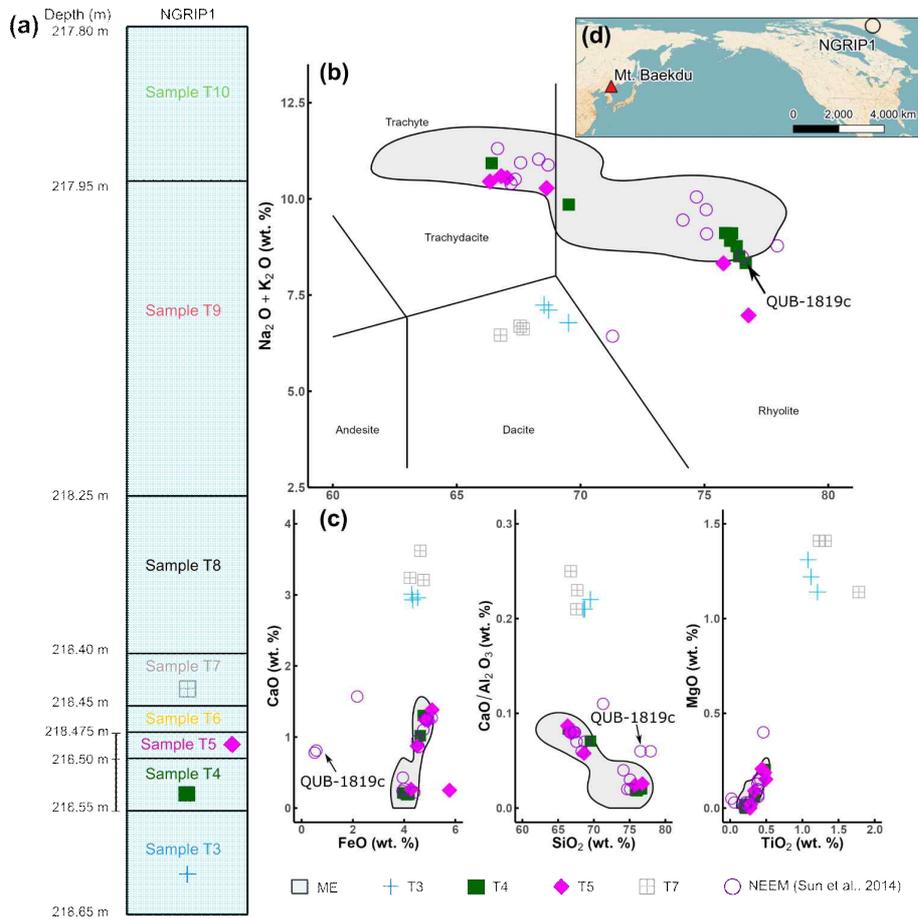


그림 4. 그린란드 빙하코어에 보존된 백두산 화산재 분석결과. 녹색 사각형 (T4)와 보라색 다이아몬드(T5)가 백두산 화산재 성분에 해당된다.

연구성과 2. 백두산 천년분화 동안 전 지구적인 기후변화가 관찰되지 않았는데, 그 주요한 이유는 천년분화 동안 방출된 이산화황 가스가 대부분 대류권에 머물면서 수 주에 걸친 일시적 햇빛 차단효과만 있었기 때문으로 규명함. 이것은 기존의 대량 황방출과 고위도 북반구에서 겨울철에 분출했기 때문이라는 것보다 더 강력한 이유를 구체적 증거를 가지고 제시한 것으로 학술적 가치가 높음.

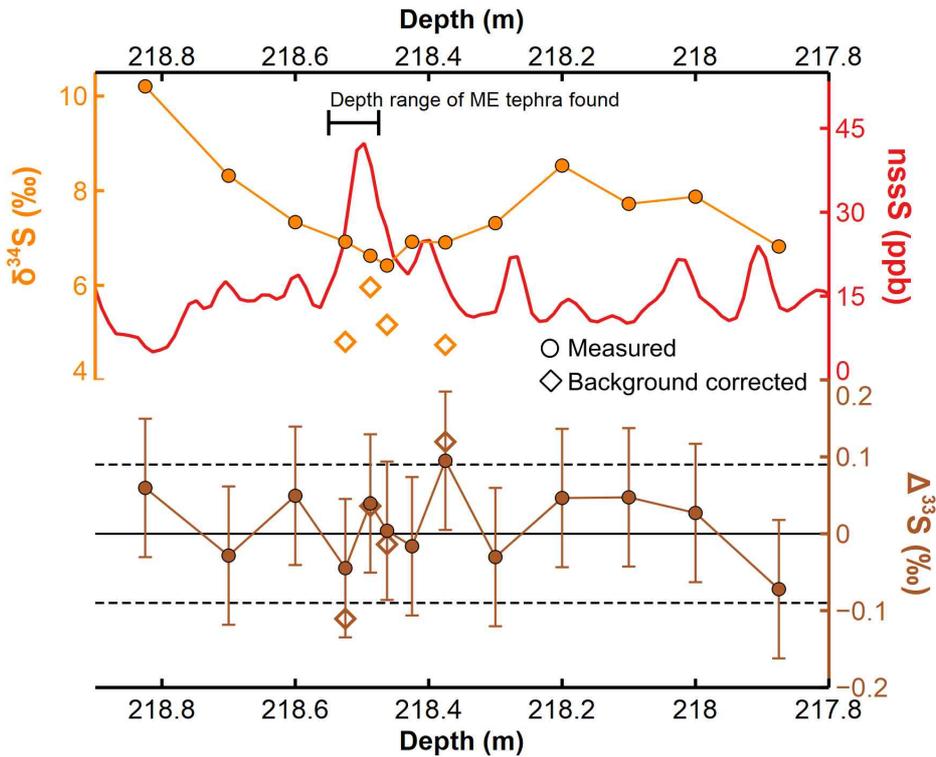


그림 5. 그린란드 빙하코어에 포함된 황의 농도와 다중황동위원소(^{32}S , ^{33}S , ^{34}S) 분석결과. 백두산에서 분출된 이산화황 가스가 오존층보다 낮은 고도까지만 상승하였고, 대부분은 대류권에 머물렀다는 증거로 제시된다.

□ 용어설명

※ 동위원소: 원자번호는 같으나, 질량이 서로 다른 원소를 동위원소라고 하며, 황(S)의 경우에는 대표적인 동위원소로, ^{32}S , ^{33}S , ^{34}S 가 있다. 'S'앞의 숫자의 상대적인 질량의 크기를 나타낸다. 동위원소의 비율은 원소가 화학 또는 물리적 환경에 따라 달라지기 때문에, 과거에 특정 원소의 거동을 알아내는데 사용된다.