

“만리장성 수천년 보존 침병은 ‘이끼’”

중국 만리장성은 오랜 세월
에 걸친 침식작용에도 손상이
거의 없고 이끼 등 세월의 흔적
이 남아있다. 일각에서는 자연
적으로 생성된 이끼 등을 제거
해 초기 모습으로 복원해야 한
다는 주장이 있다. 그러나 과학
자들은 2,000년 이상 만리장성
이 보존될 수 있었던 비결로 표
면을 덮은 이끼와 같은 생물이
라는 분석결과를 제시하며 이
같은 주장에 일침을 가했다.



▲ 만리장성에서 발견된 이끼. 사진=Science Advances

오크러스트에서 찾았다. 바이
오크러스트는 시아노박테리아,
이끼, 지의류 등 미생물이 단단
히 결합돼 토양 입자를 구성한
다. 빛을 에너지원으로 이용하
며 광합성을 하는 식물·박테리
아 유기체로 오랜 세월을 걸쳐
자연적으로 성벽에 형성됐다.

연구팀은 만리장성 성벽에서
바이오크러스트로 덮여있는
흙 표본과 맨 흙으로만 이뤄진
표면의 표본을 각각 채취해 분
석했다. 분석에 따르면 성벽은

렘넬라리아, 마이크로클레우스 등의 시아노박테리아군,
침꼬마이끼과에 속하는 이끼 등 다양한 종류의 바이오크
러스트로 덮여있다.

이들 바이오크러스트는 흙벽 토양 입자 사이의 작은 틈
인 공극과 흡수력으로 침투한 물을 보관하는 가느다란 관
인 모세관을 매우는 역할을 했다. 이를 통해 흙벽에 침투되
는 수분을 평균 5.2% 줄였다. 성벽에 붙은 이끼류는 수분
침투력을 약 5.5%에서 22.6%까지 낮추는 효과가 있었다.

흙벽에 가해지는 외부압력에 대항하는 효과도 있었다.
바이오크러스트로 뒤덮인 흙벽에서는 외부에서 가해지는
압력을 견디는 강도가 맨 흙벽 상태일 때보다 약 124% 높
았다. 염류가 흙 속에 집적되면서 토양의 물리적 특성을 변
화시키는 토양 염류화 정도는 40% 가량 줄었다. 연구팀은
바이오크러스트가 춥고 건조한 지역에 자리잡은 만리장
성 성벽을 염류화로부터 보호하는데 큰 역할을 했을 것이
라고 추정했다.

연구팀은 “분석결과 바이오크러스트가 문화유산의 ‘과
괴자’가 아닌 ‘보호자’이며 이번 연구는 자연이 문화유산
을 보호할 수 있다는 중요한 사실을 알려준다.”고 밝혔다.

‘동아시아인스’에 따르면 보

샤오 중국 농업대 교수가 이끄는 중국과학원 토양·수자
원 보존 및 생태환경 연구센터 연구팀은 지난달 8일 만리
장성 흙벽의 침식을 자연적으로 만들어진 ‘이끼와 박테리
아류의 총체(바이오크러스트)’가 억제했다는 연구결과를
국제학술지 ‘사이언스 어드밴스드’에 공개했다.

만리장성은 중국 동북쪽 허베이성부터 서남쪽 간쑤성까
지 있는 전장 8,851.8km의 거대한 성벽이다. 기원전 400
년 경 춘추전국시대부터 쌓기 시작해 이후 진나라, 한나라
등을 거치며 증축되고 확장된 것으로 알려져 있다. 광대한
범위와 몇 세기에 걸친 오랜 건축 기간으로 역사적 가치를
인정받아 1987년 유네스코 세계문화유산으로 지정됐다.

만리장성의 토대는 흙벽이어서 비바람에 의해 지반이 깎
이는 침식 작용이나 물이 증발하고 남은 염분이 토양에 집
적되는 염류화 현상에 취약하다. 춥고 건조한 중앙 유라시
아 지역에 걸쳐있어 저온에 공공 얼었다가 날이 풀리면 융
해되는 과정을 해마다 반복해 겪는다.

연구팀은 만리장성이 이러한 환경 조건에도 제 모습을
유지할 수 있었던 이유를 성벽의 67.1%를 덮고 있는 바이

www.fullertonsmile.com

A' DENTISTRY

나에게 꼭 맞는 틀니가 있는 곳!

- 틀니전문
- 틀니수리
1-2시간안에 가능
- 자체 랩보유
- 임플란트 틀니

John S. Lee, D.M.D.
University of California, San Diego B.S.
Tuff Dental School, D.M.D.

714.449.1686

536 W Commonwealth Ave. #A, Fullerton, CA 92832



JJ 웨스턴 건설

WESTERN CONSTRUCTION, INC.
JJ WESTERN PAINT



리모델링 (하우스/커머셜)
키친/화장실
플러밍, 전기공사
타일/마루



페인팅 (하우스/커머셜)
캐비닛 Refinishing
욕조 재생, 창문
ADU 전문
지붕 공사/수리



Tel. (714) 501-7726

Lic. #1068622
Bonded & Insured

7335 Orangethorpe Ave., Buena Park, CA 90621
jjwesternconstruction@gmail.com