

Woda draży skały - nowe spojrzenie na proces powstawania jaskiń

2010-12-10



Wyniki symulacji komputerowej pokazującej strukturę korytarzy skalnych formowanych przez wodę z dwutlenkiem węgla przepływającą przez szczelinę (na ilustracji z dołu do góry). (Źródło: WFUW/Piotr Szymczak)

W najnowszej pracy, która wkrótce ukaze się w prestiżowym czasopiśmie geofizycznym "Earth and Planetary Science Letters", Piotr Szymczak i Anthony Ladd rzucają nowe światło na wczesne etapy powstawania jaskiń wapiennych.

Jaskinie tworzą się wzdłuż szczelin skalnych, do których przesączają się wody podziemne, zwykle w większym lub mniejszym stopniu nasycone dwutlenkiem węgla. Dwutlenek węgla reaguje z wodą, tworząc słaby kwas węglowy, który rozpuszcza węglan wapnia będący głównym budulcem skał wapiennych. W ten sposób szczelina poszerza się i stopniowo przekształca się w jaskinię.

Zrozumienie szczegółów tego procesu okazało się jednak trudne - pierwsze modele fizyczne, m.in. model zaproponowany pod koniec lat 50. przez Petera Weyla, prowadziły do nieoczekiwanego wniosku, że po wnikięciu zaledwie kilkadziesiąt centymetrów w głąb skały woda w szczelinie całkowicie nasycy się jonami wapnia i reakcja rozpuszczania ustaje. W ten sposób w kilkaset tysięcy lat tworzyłyby się jedynie płytkie pieczary, najwyżej kilkumetrowej głębokości, a długie tunele skalne nie mogłyby powstać. Skąd więc biorą się ogromne, rozczłonkowane jaskinie w krajobrazie krasowym?

Spośród różnych hipotez, które miały wytłumaczyć tę sprzeczność, najbardziej popularna stała się koncepcja "spowolnienia kinetycznego" Williama White'a. Zauważył on, że zagadkę powstawania jaskiń można częściowo wyjaśnić, zakładając, iż tempo rozpuszczania skały bardzo gwałtownie spada, kiedy woda jest bliska nasycenia jonami wapnia, co pozwala nienasyconemu roztworowi wnikać dużo dalej w głąb szczeliny.

Szymczak i Ladd pokazują, że powstawaniem korytarzy skalnych może stać inny mechanizm. Matematyczna analiza równań rządzących procesem rozpuszczania pokazuje ukrytą w nich niestabilność, która z biegiem czasu prowadzi do skupiania się przepływu wody w wyraźnych, głęboko wciętych w powierzchnie skalne kanałach. Prędkość cieczy w tych kanałach jest bardzo duża, dzięki czemu

nienasycony roztwór wnika głęboko do wnętrza szczeliny. Co ciekawe, kanały rywalizują między sobą o dostępny przepływ: te dłuższe wygrywają i rosną coraz szybciej, krótsze zaś zamierają. Prowadzi to do powstawania hierarchicznej, samopodobnej struktury korytarzy.

Nowa teoria pokazuje, że długie korytarze skalne mogą tworzyć się o wiele szybciej, niż to przewidywały poprzednie modele. To ważne nie tylko dla fizyków, również dla inżynierów. Nowy model teoretyczny może być pomocny przy określaniu bezpieczeństwa podziemnych rezerwuarów substancji toksycznych lub stabilności struktur hydraulicznych, takich jak tamy czy groble, które mogą ulec podmyciu w wyniku rozpuszczenia się skały, na której są zbudowane.

Prace naukowe

[The initial stages of cave formation: Beyond the one-dimensional paradigm](#)

Piotr Szymczak, Anthony J.C. Ladd;

Osoba odpowiedzialna za obsługę dziennikarską

dr Marek Pawłowski

Pełnomocnik Dziekana Wydziału Fizyki UW d/s upowszechniania wyników badań

email Marek.Pawlowski@fuw.edu.pl

tel./mobile 225532236

Galeria zdjęć

