Seria: MATEMATYKA-FIZYKA z.71 GEOCHRONOMETRIA nr 10 Nr kol. 1229

Helena HERCMAN

Anna PAZDUR

Mieczysław F. PAZDUR

Laboratorium C-14 Politechnika Śląska, Gliwice

Pavel MITTER

Muzeum Słowackiego Krasu i Ochrony Przyrody Liptowski Mikulasz, Słowacja

DATOWANIA IZOTOPOWE NACIEKÓW Z WYBRANYCH JASKIŃ SŁOWACKIEGO KRASU

Streszczenie. Wykonane zostały oznaczenia wieku metodami C-14, TL oraz ESR próbek nacieków z czterech jaskiń (Salanka, Zakrutowa, Diviaca i Krasnohorska) położonych na obszarze Słowackiego Krasu w południowej Słowacji. Przedstawiono próbę rekonstrukcji historii Jaskini Krasnohorskiej w czasie ostatnich 300 tysięcy lat oraz rozwoju badanego obszaru krasowego.

ISOTOPIC DATINGS OF SPELEOTHEMS FROM SELECTED CAVES OF SLOVAK KARST

Summary: Twelve samples of speleothems collected in four caves (Salanka, Zakrutova, Diviaca and Krasnohorska) of the Slovak Karst in southern Slovakia have been dated using C-14, TL and ESR methods. Detailed reconstruction of the geological history of the Krasnohorska Cave during the last 300,000 years is presented with an attempt to reconstruct the development of the investigated karst region.

ИЗОТОПНЫЕ ПАТИРОВАНИЯ ПЕШЕРНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ИЗ ЮЖНОЙ СЛОВАКИИ

Резюме. Проведено датирование двенадцати образцов пещерных натеков из избранных пещер южной Словакии (Саланка, Закрутова, Дивиача и Краснохорска) используя методы радиоуглерода, ТЛ и ЕПР. Представлено реконструкцию геологической истории Краснохорской Пещеры за последних 300 тыс. лет на жоне развитиа исследуемого райоина.

1994

WSTEP

Wyżynny masyw Krasu Słowackiego położony jest na południe od Rudaw Słowackich, w dorzeczu Bodwy (rys. 1). Jest to jeden z większych rejonów krasowych Europy. Wychodnie skał weglanowych zajmują tu powierzchnie około 600 km² (Kunsky, 1956), a liczba znanych jaskiń przewyższa 500. W południowej części terenu dominują wychodnie mezozoicznych jednostek spągowych, natomiast w północnej części, w sąsiedztwie Rudaw, występują różne ogniwa płaszczowin reglowych. Miejscami serie mezozoiczne przykryte są paleogeńskimi osadami fliszowymi. W południowej części terenu występuje ciągłe przejście od morskiego miocenu do osadów starszego pliocenu. Typowymi formami rzeżby są wapienne płaskowyże zwane planinami (wg Rehmana, 1895 - stoliwa krasowe). Na powierzchniach planin typowe są formy krasu powierzchniowego. Bardzo licznie występują leje krasowe o średnicach dochodzących do 200 m i głębokościach do 50 m. Na ich zboczach często występują studnie o głębokościach przekraczających 100 m. Na liniach większych uskoków rozwijają się uwala, a nawet niewielkie polja (Wójcik, 1968).

Próbki do datowań izotopowych pobierane były z jaskiń położonych na dwóch centralnych planinach omawianego obszaru: Plesziveckiej Planinie i położonej na wschód od niej Planinie Silickiej (rys. 1). Powierzchnia Plesziveckiej Planiny jest wyniesiona o około 500 m ponad doliny Potoku Sztitnickiego i Slany. Powierzchnia Planiny Silickiej pochylona jest ku południowi. Jej północno-zachodnie zbocza tworzą stromą, prawie 400 m skarpę nad otaczającymi je dolinami.

ANALIZOWANY MATERIAŁ

Analizowane próbki pochodzą z czterech jaskiń. Trzy z nich: Salanka, Zakrutowa i Diviaca położone są na Plesziveckiej Planinie. Otwór Jaskini Krasnohorskiej położony jest w północnym skłonie Silickiej Planiny.

Jaskinia Krasnohorska

Jaskinia odkryta została w 1964 roku (Kucera et al, 1981). Otwór jej położony jest w północnym skłonie Silickiej Planiny, koło wywierzyska Buzgo.

82



Rys. 1. Schematyczna mapa geologiczna Krasu Słowackiego (wg Wójcika, 1968) Fig. 1. Schematic geological map of the Slovak Karst (after Wójcik, 1968)

Tworzą ją poziomo rozwinięte korytarze o długości około 1500 metrów. W środkowej partii jaskini korytarz przebiega przez duże zawalisko. Wśród bloków zawaliska występują bloki starszych od niego polew naciekowych. Zawalisko pokryte jest cienką warstewką mułku, na której miejscami występują nacieki. Osobliwością jaskini Krasnohorskiej jest stalagmit o wysokości około 32 metrów, uważany za najwyższy stalagmit w jaskiniach europejskich. Wierzchołek tego stalagmitu jest odłamany i spoczywa na dnie obok jego podstawy. W jaskini Krasnohorskiej do analizy pobrano pięć próbek, trzy z rejonu zawaliska i dwie z odłamanego wierzchołka stalagmitu (rys. 2):

K1 - fragment bloku polewy z zawaliska, zbudowany z grubo- i średnioziarnistego kalcytu o zmiennym zabarwieniu. Do analizy wydzielono warstwę gruboziarnistego, przezroczystego kalcytu znajdującą się w środkowej części polewy



Rys. 2. Próbki pobrane w Jaskini Krasnohorskiej. A-rejon zawaliska; 1-bloki wapienia, 2-nacieki. B-zwalony wierzchołek stalagmitu, p-wyrażna powierzchnia oddzielności

Fig. 2. Samples collected in the Krasnohorska Cave

K2 – niewielki stalagmit, o wysokości około 8 cm, narastający na polewach pokrywających zawalisko, zbudowany z średnioziarnistego, przezroczystego kalcytu.

K3 - fragment stalaktytu o średnicy około 3-4 cm, uwięzionego przez polewę pokrywającą zawalisko, zbudowany ze średnioziarnistego, przezroczystego kalcytu.

KZSB - fragment najmłodszej warstwy z odłamanego wierzchołka stalagmitu, zbudowanej z białego, drobnoziarnistego kalcytu, oddzielonej od warstwy starszej wyraźną powierzchnią oddzielności z widocznymi śladami erozji, podkreśloną warstewką materiału ilastego. KZSA – fragment starszej warstwy z odłamanego wierzchołka stalagmitu, bezpośrednio poniżej powierzchni oddzielności. Próbka zbudowana ze średnioziarnistego, białego kalcytu.

Jaskinia Diviaca

Otwór Jaskini Diviacej położony jest w zachodniej części Plesziveckej Planiny, niedaleko Gombaseckiego kamieniołomu (rys. 3) (Erdos, 1984). Tworzy ją ciąg studni i komór o sumarycznej głębokości 127 metrów. Jest to najgłębsza jaskinia Plesziveckej Planiny. Główne partie jaskini odkryte zostały w 1964 roku po przekopaniu się do dalszych korytarzy z dna wcześniej znanej części jaskini o głębokości 38 metrów. Do analizy pobrana została próbka nacieków pokrywających ścianę szczelinowatej studni na głębokości około 24 metrów. Nacieki te zbudowane były z grubokrystalicznego, przezroczystego kalcytu.

Jaskinia Salanka

Jaskinia Salanka położona jest w środkowej części Plesziveckej Planiny (rys. 3; wg Erdősa, 1984). Osiąga głębokość 38 metrów i stanowi zespół studni i komór. W bocznej niszy jednej z komór występują polewy naciekowe o wyrażnych trzech warstwach przyrostowych, rozdzielonych powierzchniami oddzielności i`wyrażnie różniących się wykształceniem. Do analizy pobrane zostały trzy próbki z kolejnych warstw polew:

S1 - fragment najstarszej warstwy polewy, zbudowanej z bardzo grubokrystalicznego, przezroczystego kalcytu.

S2 - fragment warstwy środkowej, zbudowanej ze średniokrystalicznego kalcytu o czerwono-brunatnym zabarwieniu.

S3 - fragment najmłodszej warstwy, miejscami porowatej, zbudowanej z drobnokrystalicznego kalcytu o białym zabarwieniu.

Jaskinia Zakrutowa

Jest to niewielka, częściowo zawalona i zasypana studzienka położona w centralnej części Plesziveckiej Planiny (rys. 3). Zachowana jest ściana



Rys. 3. Położenie badanych jaskiń na Plesziveckiej Planinie (wg Erdős, 1984)
Fig. 3. Location of investigated caves within the area of the Plesivecka Planina (after Erdős, 1984)

jaskini z 9 warstwami polew naciekowych. Granice między poszczególnymi polewami tworzą wyrażne powierzchnie oddzielności, z widocznymi śladami erozji. W obrębie poszczególnych warstw nie zauważono dalszego wewnętrznego zróżnicowania. Do analizy pobrane zostały próbki z trzech warstw polew o podobnym wykształceniu, zbudowanych ze średniokrystalicznego kalcytu o silnym brunatno-czerwonym zabarwieniu: Z1 - fragment najstarszej warstwy polew, Z4 fragment czwartej warstwy polew, Z9 - fragment najmłodszej warstwy polew.

METODYKA BADAN

W pracy wykorzystano trzy metody datowania: metodę radiowęglową (C-14),termoluminescencji (TL) i elektronowego rezonansu paramagnetycznego (ESR, EPR).

Metoda radiowęglowa

Pomiary aktywności C-14 wykonywane były za pomocą liczników proporcjonalnych wypełnionych CO₂ otrzymywanym z rozkładu kalcytu 8% HCl. We wszystkich analizach wykorzystywana była aparatura próżniowa i liczniki pracujące w sposób ciągły w Laboratorium ¹⁴C w Gliwicach (opisy aparatury, techniki pomiarowej np. Pazdur, Pazdur, 1986). Jako wzorzec aktywności izotopu C-14 współczesnej biosfery używany był wzorzec NBS Oxalic Acid. Wiek radiowęglowy nacieków obliczany był przy założeniu, że początkowa aktywność ¹⁴C w momencie krystalizacji nacieku była równa 85% aktywności współczesnej biosfery (Labeyrie et al, 1967; Geyh, 1972; Srdoc et al, 1977, 1983).

Przy pomiarach aktywności ¹⁴C dla celów datowania radiowęglowego można spotkać się ze szczególnymi przypadkami, gdy mierzona aktywność jest poniżej poziomu detekcji lub jest porównywalna albo wyższa od zakładanej aktywności początkowej. Przy datowaniu nacieków z jaskiń Krasu Słowackiego wystąpił przypadek, w którym aktywność ¹⁴C w próbce była poniżej granicy detekcji stosowanego licznika. W takim przypadku możliwe jest tylko określenie dolnej granicy wieku radiowęglowego (forma "więcej niż") przy przyjęciu kryterium "dwa sigma" (Stuiver, Polach, 1977).

Metody TL i ESR

Wydzielone do analizy próbki nacieków były rozdrabniane i przesiewane w celu uzyskania ziaren o frakcji 100-150 μm. Całkowita dawka pochłonięta przez próbkę od momentu depozycji do chwili pomiaru (dawka ekwiwalentna = ED) Wyznaczana była metodą addytywną przez porównanie wielkości naturalnego sygnału TL lub ESR z wielkościami odpowiednich sygnałów w próbkach naświetlonych dokładnie znanymi dawkami promieniowania gamma. Naświetlania próbek wykonywane były w Instytucie Onkologii w Gliwicach przy użyciu bomby kobaltowej. Dokładność wyznaczenia sztucznych dawek addytywnych promieniowania gamma wynosiła ok. 1,5%.

Pomiary ESR wykonywane były na spektrometrze typu SEX 2543 produkcji Radiopan, Poznań. Do wyznaczenia ED wykorzystywany był sygnał o g=2.0005±0.0003. Pomiary wielkości sygnału TL wykonywane były przy użyciu próbek o masie 5 mg na aparaturze TL skonstruowanej przez A. Bluszcza (1986). Wszystkie próbki bezpośrednio przed pomiarem traktowane były przez 2 minuty 2% roztworem kwasu octowego. Wartość ED wyznaczana była na podstawie analizy amplitudy piku TL występującego w temperaturze 280°C. Nie były stosowane poprawki na nadliniowość sygnału.

Moc dawki pochłoniętej pochodząca z otoczenia próbki (D____) wyznaczana była na podstawie wyników pomiarów tła promieniowania gamma wykonanych bezpośrednio w jaskiniach. Moc dawki pochłoniętej (D_{int}) była wyznaczana na podstawie pomiarów koncentracji nuklidów promieniotwórczych w kalcycie wykonywanych wielokanałowym spektrometrem promieniowania gamma z detektorem NaJ(T1). Koncentracje ²³⁸U i ²³²Th były określane na podstawie zmierzonych aktywności izotopów ²¹⁴Bi i ²⁰⁸Tl przy założeniu stanu równowagi promieniotwórczej w szeregu uranowym, przyjmując wartość współczynnika efektywności promieniowania alfa równą 0.5. Na podstawie wyznaczonych w powyższy sposób wartości dawki pochłoniętej ED i dawki rocznej D_r, zdefiniowanej jako suma dawek D_{int} i D_{ext}, wyliczano wartość wieku laboratoryjnego T Efekt odchylenia od stanu równowagi promieniotwórczej w szeregu uranowym uwzględniany był w kolejnym etapie obliczeń, polegającym na wyznaczeniu wartości wieku TL lub ESR na podstawie odpowiednich wykresów kalibracyjnych (Goslar, Hercman, 1988). Szczegółowy opis zastosowanej metodyki postępowania przy datowaniu nacieków jaskiniowych metodami TL i ESR, jak również obszerna dyskusja zagadnień interpretacji wyników datowania tymi metodami są zawarte w pracy Hercman (1991).

WYNIKI ANALIZ

Wyniki oznaczeń wieku metodą C-14 badanych próbek zebrane są w tabeli 1. Aktywność C-14 próbki z Jaskini Diviacej okazała się niższa od granicznej zdolności detekcji zastosowanego zestawu pomiarowego, w rezultacie wiek radiowęglowy tej próbki został wyznaczony jedynie w formie wartości granicznej. Aktywności pozostałych próbek okazały się na tyle wysokie, że możliwe było określenie ich wieku radioweglowego.

Tabela 1

Próbka	Nr laboratoryjny	Wiek radiowęglowy	
D	Gd-5770	>45000	
KZSB	Gd-5145	12900±1300	
KZSA	Gd-2675	36600+5000	
K 2	Gd-5162	13140±1500	
K1	Gd-5144	35500±1700	
S3	Gd-3293	4360±6 0	
	Próbka D KZSB KZSA K2 K1 S3	Próbka Nr laboratoryjny D Gd-5770 KZSB Gd-5145 KZSA Gd-2675 K2 Gd-5162 K1 Gd-5144 S3 Gd-3293	

Wyniki oznaczeń wieku metodą C-14

W celu określenia wartości wieku TL lub ESR konieczna jest znajomość wielkości dawki pochłoniętej przez próbkę od momentu krystalizacji do czasu analizy oraz mocy dawki pochłoniętej. Dane te zebrane są w tabeli 2. W przypadku próbek Z4 i S2 możliwe było określenie jedynie górnej granicy wartości mocy dawki od szeregu uranowego (D_{ume}) . Dla próbki S1 możliwe było jedynie określenie wartości granicznych wszystkich składników mocy dawki wewnętrznej $(D_{ume} i D_{Th+K})$. Wartości mocy dawki zewnętrznej (D_{ext}) wyliczone zostały na podstawie pomiarów natężenia promieniowania gamma wykonanych w miejscu pobrania próbek. Wartości mocy dawek wewnętrznych (D_{int}) , za wyjątkiem próbki Z9, wyliczone zostały na podstawie pomiarów koncentracji nuklidów promieniotwórczych w próbce metodą spektrometriı gamma. Wartości mocy dawki wewnętrznej próbki Z9 oszacowano na podstawie pomiarów aktywności alfa, przyjmując założenie o równym wkładzie szeregu uranowego i szeregu torowego do całkowitej mierzonej szybkości zliczeń.

Tabela 2

Wartości dawki pochłoniętej (ED) i mocy dawki pochłoniętej (D)

		Nr Lab.	ED	Мос	dawki pochłor	niętej
			[Gy]	[Gy/tys. lat]		
				D D D Int		
					Dume	D Th+K
Z9	ESR	GdESR-31	33.1±5.21	0.10±0.01	0.22±0.03 ^a	0.20±0.03ª
Z4	ESR	GdESR-32	80.3±8.19	0.40±0.04	≤0.60	0.08±0.02
Z4	TL	GdTL-	96.8±14.9	0.40±0.04	≤0.60	0.08±0.02
Z1	ESR	GdESR-33	357.8±46.3	0.55±0.06	0.13±0.04	0.36±0.03
Z1	TL	GdTL-	355.1±27.1	0.55±0.06	0.13±0.04	0.36±0.03
D	ESR	GdESR-42	29.7±11.1	0.13±0.01	0.09±0.04	0.05±0.02
S1	ESR	GdESR-40	130.1±13.4	0.40±0.04	≤0.06	≤0.05
S2	ESR	GdESR-41	127.8±8.50	0.40±0.04	≤0,15	0.08±0.03
K1	ESR	GdESR-46	235.3±22.1	0.50±0.01	0.18±0.04	0.23±0.03

^{a)}Wartość określona na podstawie pomiarów aktywności α , przy założeniu równego udziału izotopów szeregu uranowego i torowego. Pozostałe wartosci określone zostały na podstawie spektrometrii γ .

Na podstawie zamieszczonych w tabeli 2 wartości dawek pochłoniętych (ED) i mocy dawek wyliczone zostały wartości wieku laboratoryjnego (T_{lab}). Ostateczne wartości wieku TL i ESR wyznaczone zostały zgodnie z procedurą opisaną wcześniej (Goslar, Hercman, 1988). Wyniki te zestawione są w tabeli 3. Istotnym ograniczeniem dokładności datowania metodami TL i ESR nacieków są szczególnie niskie koncentracje nuklidów szeregu uranowego i torowego w badanych próbkach nacieków. W szczególności w próbkach S1, S2 i Z4 koncentracje nuklidów szeregu uranowego (w próbce S1 także szeregu torowego) okazały się niższe od granicy detekcji dostępnej aparatury pomiarowej. W konsekwencji zarówno wielkość mocy dawki, jak też wiek laboratoryjny mogą być określony tylko w formie wartości granicznych. Końcowym wynikiem procesu datowania jest w takim przypadku wyznaczenie pewnego przedziału czasu, którego rozpiętość zależna jest od tego, czy w formie granicznej określony jest jeden czy dwa składniki mocy dawki wewnętrznej. W przypadku gdyby

Tabela 3

-					
	Próbka	Metoda	Nr lab.	Tlab	Т
				[tys. lat]	[tys. lat]
	Z9	ESR	GdESR-31	150 ± 47	70±20
	Z4	ESR	GdESR-32	≥1.3•10 ³	145-170
	Z4	TL	GdTL-345	≥1.6•10 ³	175-200
	Z1	ESR	GdESR-33	$(2.8\pm0.9)\cdot10^3$	360±95
	Z1	TL	GdTL-346	$(2.8\pm0.6)\cdot10^3$	350±70
	D	ESR	GdESR-42	330 ± 150	130±60
	S1	ESR	GdESR-40	≥2.0•10 ³	210-330
	S2	ESR	GdESR-41	≥700	170-260
	K1	ESR	GdESR-46	(1.3±0.4)•10 ³	280+40
_					

Wyniki oznaczeń wieku metodami TL i ESR

wszystkie składniki mocy dawki były określone w formie wartości granicznych, możliwe byłoby określenie jedynie granicznej wartości wieku TL lub ESR. Przypadek taki w obecnych badaniach nie wystąpił.

WNIOSKI

W przypadku próbek Z1 i Z4 z jaskini Zakrutowej wartość dawki pochłoniętej określona była zarówno metodą TL, jak i ESR. Otrzymane wyniki są zgodne. Ogólnie można stwierdzić, że analizowane próbki charakteryzowały się stosunkowo niskimi koncentracjami nuklidów promieniotwórczych. W trzech przypadkach można było jedynie określić graniczne wartości mocy dawki powodowanej przez nuklidy z szeregu uranowego. W przypadku próbki S1 możliwe było tylko określenie granicznych wartości wszystkich składników mocy dawki wewnętrznej. Niskie koncentracje izotopów promieniotwórczych w próbkach powodują stosunkowo niską dokładność określenia mocy dawki pochłoniętej, a to bardzo silnie wpływa na dokładność końcowego wyniku analizy.

Już przy pobieżnej analizie danych zawartych w tabelach 2 i 3 można stwierdzić, jak duże znaczenie ma zjawisko nierównowagi promieniotwórczej w

szeregu uranowym przy datowaniu nacieków jaskiniowych. Pominięcie tego zjawiska prowadzić może do znaczącego zaniżenia wieku TL lub ESR. Przy próbce z Jaskini Diviacej zaniżenie to wynosiłoby około 20%. Jeszcze silniejsze jest działanie tego efektu dla próbek młodszych.

Uzyskane dokładności datowania metodą C-14 są typowe dla tej metody i datowanego materiału i wynoszą od około 2 do około 15% w zależności od wieku próbki. Dokładności uzyskane metodami TL i ESR są niższe, rzędu 20-30%, a dla próbki z Jaskini Diviacej jest zbliżona do 40%. W maksymalnie sprzyjających warunkach przy datowaniu nacieków metodami TL czy też ESR można uzyskać dokładność zbliżoną do 15%. Uzyskane w prezentowanych badaniach dokładności są wystarczające dla celu porównań z globalnym obrazem zmian klimatycznych czwartorzędu, jednakże nie mogą być uznane za wystarczające do oceny wieku konkretnego pojedynczego zdarzenia geologicznego.

Wyniki wykonanych datowań pozwalają stwierdzić, że wyznaczone okresy wzrostu nacieków w jaskiniach Krasu Słowackiego pokrywają się z globalnymi okresami krystalizacji nacieków, wyznaczonymi na podstawie analizy wszystkich dostępnych wyników datowań, a także z innymi danymi klimatycznymi (rys. 4). Zbyt mała ilość analizowanych próbek (12) nie pozwala na dalej idące wnioski paleoklimatyczne. W szczególności nie podjęto na razie próby wykreślenia łącznego rozkładu gęstości prawdopodobieństwa uzyskanych dat bezwzględnych, gdyż prawdopodobnie rozkład taki odzwierciedlałby przypadkowy dobór materiału, a nie faktyczny rytm zmian klimatycznych.

Jednak juž na podstawie wyników analizy tak niewielkiej grupy próbek można pokusić się o pewne wnioski dotyczące rozwoju badanego obszaru. Wyniki datowania nacieków z Jaskini Krasnohorskiej dostarczają pewnych istotnych, choć zapewne wyrywkowych, informacji na temat jej historii (rys. 5). W jaskini tej około 300 tys. lat temu wystąpiła faza depozycji nacieków. Następnie musiały wystąpić silne wstrząsy powodujące powstanie dużego zawaliska, znajdującego się w środkowej partii jaskini. Około 30-40 tys. lat temu ponownie w jaskini powstawały nacieki. W okresie między 30 a 13 tys. lat temu musiało nastąpić pogorszenie warunków sedymentacji, przerwa w depozycji nacieków i ich

92



- Rys. 4. Korelacja okresów wzrostu nacieków w jaskiniach Krasu Słowackiego z globalnymi okresami krystalizacji nacieków i danymi paleoklimatycznymi. A krzywa δ¹⁸O (wg Shackletona i Opdyke'a, 1973) z zaznaczonymi stadiami tlenowymi (cyfry arabskie) i zlodowaceniami (cyfry rzymskie); B globalna krzywa częstości występowania nacieków wyznaczona na podstawie datowań metodą uranowo-torową; C wyniki datowań nacieków z jaskiń Słowackiego Krasu
- Fig. 4. Correlation of the periods of speleothem formation in the caves of the Slovak Karst with global periods of speleothem growth and other palaeoclimatic records. A plot of δ^{10} 0 changes (after Shackleton and Opdyke, 1973) with indicated oxygen isotopic stages (Arabic numerals) and glaciations (Roman numerals); B global frequency curve of speleothem growth based on uranium-thorium datings; C results on speleothems from the Slovak Karst
- niszczenie. Zapewne okres ten odpowiada okresowi ostatniego zlodowacenia. Około 13 tys. lat temu ponownie nastąpiła depozycja nacieków. Jako ostatnie zapisały się ponowne wstrząsy, które spowodowały zwalenie się wierzchołka stalagmitu w końcowej komorze jaskini. Tworzenie się nacieków w tej jaskini już około 300 tys. lat temu świadczy, że jaskinia była wtedy osuszona. System odwadniania planin, w którym wody z powierzchni przez głębokie studnie



- Rys. 5. Rekontrukcja elementów historii Jaskini Krasnohorskiej na podstawie wyników datowania próbek nacieków. 1 - powstawanie szaty naciekowej najstarszej generacji; 2 - utworzenie zawaliska; 3 - tworzenie młodszej generacji nacieków, końcowa faza wzrostu stalagmitu; 4 oderwanie nacieków młodszej generacji powstałych na stropie jaskini nad zawaliskiem; 5 - tworzenie polewy naciekowej pokrywającej zawalisko; 6 - wstrząsy tektoniczne powodujące zwalenie wierzchołka stalagmitu w końcowej komorze jaskini
- Fig. 5. Schematic reconstruction of history of the Krasnohorska Cave based on results of datings. 1 - growth of the oldest speleothems; 2 collapse; 3 - growth of the younger generation of speleothems, final phase of growth of the stalagmite; 4 - detachment of speleothems growing on the ceiling of the cave; 5 - growth of the flowstone cover; 6 - tectonic events causing break of the stalagmite

docierają do w przybliżeniu poziomych kanałów, które wyprowadzają je do otaczających dolin, musiał utworzyć się już wcześniej. Tak więc już około 300 tys. lat temu rejon Planiny Silickiej, a można przypuszczać, że i innych planin, morfologicznie zbliżony był do stanu obecnego.

Najmłodsze nacieki w Jaskini Zakrutowej powstawały około 60-70 tys. lat temu. Do chwili obecnej jaskinia ta została ścięta erozyjnie i polewy te występują w zasadzie na powierzchni. Polewy te mają typowy charakter utworów naciekowych powstających w głębszej, statycznej części jaskini. W szczególności nie są w ich strukturze widoczne żadne cechy charakterystyczne dla utworów strefy przyotworowej. Tak więc ścięcie erozyjne powierzchni Plesziveckej Planiny w okresie ostatnich około 60 tys. lat musiało być znaczne.

Prace związane z datowaniem nacieków z omawianego obszaru nie są jeszcze w pełni zakończone. Można mieć nadzieję, że analiza dalszego materiału dostarczy nowych informacji dotyczących historii Słowackiego Krasu, a zgromadzony obszerniejszy materiał doświadczalny pozwoli na podjęcie próby interpretacji paleoklimatycznej.

Opracowanie niniejsze wykonano w ramach prac objętych programem badawczym PB 740/6/91 finansowanym przez Komitet Badań Naukowych.

LITERATURA

- Bluszcz A., 1986, Stanowisko pomiarowe i metodyka pomiarów w Laboratorium TL w Gliwicach; Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Matematyka -Fizyka, z. 46, Geochronometria nr 1, s. 147-158.
- Geyh M. A., 1972, On the determination of the initial ¹⁴C content in ground water; [w:] Proc. 8th Intern. Conf. on Radiocarbon Dating, Wellington, New Zealand, vol. 1, p. D59-D69.
- Erdős M., 1984, Zoznam preskumanych jaskyn, priepasti a vyvieraciek Plesivskej Planiny v Slovenskom Krase; Slovensky Kras, vol. 22, p. 187-212.
- Goslar T., Hercman H., 1988, TL and ESR dating of speleothems and radioactive disequilibrium in the uranium series; Quaternary Sci. Rev., vol. 7, p. 423-427.
- Hercman H, 1991, Rekonstrukcja elementów środowiska geologicznego Tatr Zachodnich na podstawie datowania izotopowego nacieków jaskiniowych; Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Matematyka-Fizyka, Geochronometria nr 8, s. 1-139.

Kucera B., Hromas J., Skrivanek F., 1981, Jaskyne a propasti v Ceskoslovensku; Praha.

Kunsky J., 1956, Zjawiska krasowe; PWN, Warszawa.

- Labeyrie J., Duplessy J. C., Delibrias G., Letolle R., 1967, Etude des temperatures des climats anciens par la mesure de l'oxygene-18, du carbone-13 et du carbone-14 dans les concretions des cavernes; [w:] Radioactive dating and methods of low-level counting, IAEA, Vienna, p. 149-159.
- Pazdur A., Pazdur M. F., 1986, Aparatura pomiarowa Laboratorium ¹⁴C w Gliwicach. Doświadczenia konstrukcyjne i eksploatacyjne; Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Matematyka-Fizyka, z. 46, Geochronometria nr 1, s. 55-70.
- Srdoc D., Horvatincic N., Obelic B., 1983, Radiocarbon dating of tufa in paleoclimatic studies; Radiocarbon, vol. 25, p. 421-427.
- Srdoc D., Sliepcevic A., Obelic B., Horvatincic N., 1977, Rudjer Boskovic Institute radiocarbon measurements IV; Radiocarbon, vol. 19, p. 465-475.
- Stuiver M., Polach , 1977, Reporting of ¹⁴C data; Radiocarbon, vol. 19, p. 355-363.
- Wójcik Z., 1968, Rozwój geomorfologiczny wapiennych obszarów Tatr i innych masywów krasowych Karpat Zachodnich; Prace Muzeum Ziemi, vol. 13, s. 3-169.

Wpłynęło do Redakcji: 15 października 1992

Recenzent: Doc. dr hab. Teresa Madeyska

Abstract

Twelve samples of speleothems collected in four caves of the Slovak Karst in southern Slovakia have been dated using radiocarbon (C-14), thermoluminescence (TL) and electron spin resonance (ESR) methods. The caves Salanka, Zakrutova and Diviaca are located on the Plesivecka Planina, the entrance of the Krasnohorska Cave is situated in the northern slope of the Silicka Planina. Obtained results indicate that the periods of speleothem growth in the investigated area coincide with global periods of speleothem formation determined on the basis of uranium-thor um datings. An attempt has been undertaken to reconstruct the development of the investigated karst region. Detailed reconstruction of the geological history of the Krasnohorska Cave during the last 300,000 years is presented.