

BADANIA IZOTOPOWE PIZOLITOWYCH KAOLINÓW Z OKOLIC ASUANU (EGIPT)

UKD 552.525.08:546.02(620)

Przedstawione w niniejszym artykule wyniki są częścią szerszych badań nad genezą i mineralogią kaolinów pizolitowych. Wykorzystano w nich próbki pochodzące z różnych regionów Afryki, Ameryki Północnej oraz Europy. W pracy zwrócono również uwagę na skład izotopów tlenu i wodoru będących ważnym źródłem informacji w rozważaniach nt. genezy skał ilastych.

Badaniami objęto profil skał ilastych (ok. 2,5 m miąższości) pochodzących z rejonu zwanego Central Wadi Kalabsha, leżącego około 100 km SW od Asuanu (ryc. 1). Próbkę skał pobrane zostały z naturalnych odsłoneń oraz starych wyrobisk górniczych. W stropie profilu występuje pokrywa drobnziarnistego piaskowca żelazistego barwy wiśniowej, poniżej której leżą kaoliny zawierające makroskopowe widoczne pizoidy (ryc. 2). Intensywność zabarwienia kaolinów zmniejsza się ku spągowi profilu prze-

chodząc od czerwonawej do kremowobiałej z rdzawo podkreślonymi pizoidami. Kaoliny pizolitowe należą do górnokredowej (doliny turon) formacji Abu Agag wyróżnionej przez E. Klitzscha (12) w obrębie Nubia Sandstone Series (1).

Wykonano badania mineralogiczne i chemiczne próbek skał oraz oznaczono w nich skład izotopów tlenu i wodoru, stosując zmodyfikowaną metodę opracowaną przez C. Kendalla i T.B. Coplana (11), R.N. Claytona i T.K. Mayeda (5) oraz M.L. Colemana i in. (6). Teoretyczne podstawy frakcjonowania stabilnych izotopów w minerałach ilastych zostały przedstawione w pracach J.R. O'Neila (14, 15) oraz S.M. Savina i M. Lee (17). Wartości $\delta^{18}\text{O}$ i δD określano na spektrometrze masowym MAT Delta Finigan w laboratorium Geologii Izotopowej prof. Edwarda Ripleya Indiana University (USA).

WYNIKI BADAŃ

Kaolinit jest dominującym składnikiem mineralnym kaolinu, przy czym jego zawartość w dolnej części profilu jest największa (tab. I). Kaolinit wykazuje wysoki stopień uporządkowania struktury, bowiem wskaźnik krystaliczności D.N. Hinckleya (10) zmienia się w granicach 1–1,24 (2).

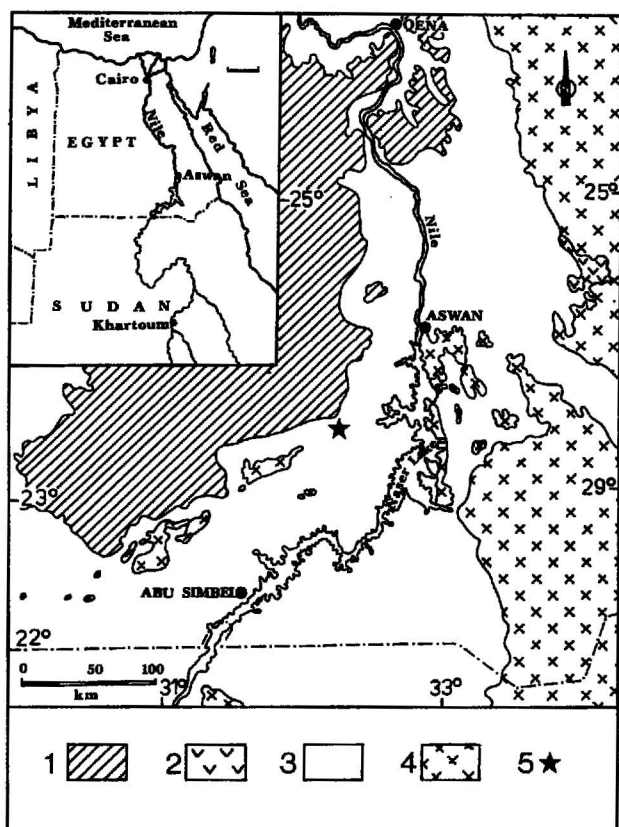
Z innych składników w kaolinach występują hematyt, anataz oraz minerały Al (głównie gibbsyt). Anataz wykazuje nieznaczne wahania w zawartości, natomiast minerały glinu oraz hematyt odmiennie tendencje w składzie ilościowym. Zawartość hematytu rośnie bowiem ku górze profilu dochodząc w warstwach sąsiadujących z pokrywą piaskowcową do ok. 10%; zawartość minerałów glinu zaś maleje od spągu do stropu profilu (tab. I).

Wyniki badań składu izotopowego przedstawiono w tabeli II. Jedynie rezultaty uzyskane z próbki kaolinu ze stropowej części profilu różnią się od pozostałych. Wiązać to należy ze zwiększoną zawartością hematytu w próbkach pochodzących z tej części profilu. Hematyt natomiast jest minerałem, który charakteryzuje się małą zdolnością do koncentrowania cięższego izotopu tlenu (18).

DYSKUSJA I WNIOSKI

Skład izotopowy O i H może być wykorzystywany do odróżnienia skał ilastych powstałych w wyniku wietrzenia od tych, które tworzyły się w wyższej temperaturze. Ponadto stosowany jest jako wskaźnik paleoklimatyczny w paleosolach (16). Ogólnie przyjęto, że w środowisku wietrzeniowym niższa wartość $\delta^{18}\text{O}$ skały ilastej odpowiada niższej temperaturze jej powstawania (3). Oznaczenie stosunku zawartości izotopów tlenu może być także użyteczne w określeniu wieku kaolinów w profilach wietrzeniowych. Bird i in. (3) podają np. że skały wieku permskiego mają wyjątkowo niskie wartości $\delta^{18}\text{O}$ (6–9), a późniejsze niż środkowotrzeciorzędowe wysokie wartości δ (17,5–21,4) (3).

Zgodnie z H.H. Murrayem i J. Janssen (13) kaoliny hydrotermalne mają niskie wartości $\delta^{18}\text{O}$ (2–14); kaoli-

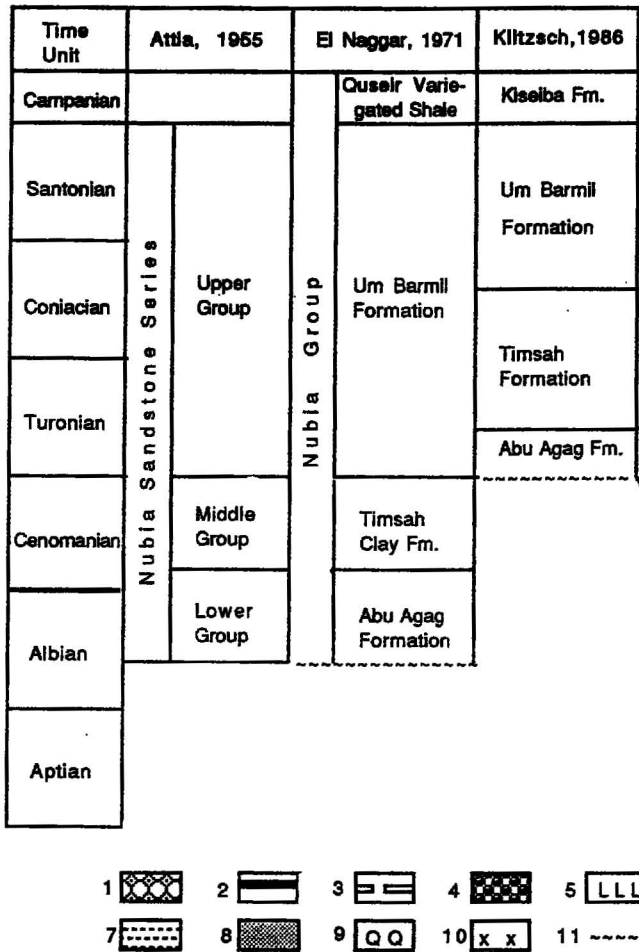


Ryc. 1. Lokalizacja obszaru badań na tle uproszczonej mapy geologicznej (9)

1 – górnokredowo-trzeciorzędowe osady morskie, 2 – wulkanyty Wadi Natash (górną kreda), 3 – osady Nubian Group, 4 – podłoże krystaliczne, 5 – miejsce pobrania próbek kaolinów pizolitowych

Fig. 1. The simplified geological map of investigated area (9)

1 – Marine Upper Cretaceous to Tertiary sediments, 2 – Wadi Natash volcanics (Upper Cretaceous), 3 – Nubian Group sediments, 4 – basement, 5 – sampled area



Ryc. 2. Uproszczony profil litostratigraficzny serii Nubia Sandstone na ile podziału według różnych autorów (9); również uproszczone i zmodyfikowane

1 – badane kaoliny pizolityczne, 2 – kaoliny, 3 – baryt, 4 – żelazisty piaskowiec oolitowy, 5 – lateryt, 6 – wulkanity, 7 – ilowce i mułowce, 8 – piaskowiec, 9 – zlepniac, 10 – skały podłoża, 11 – niezgodność

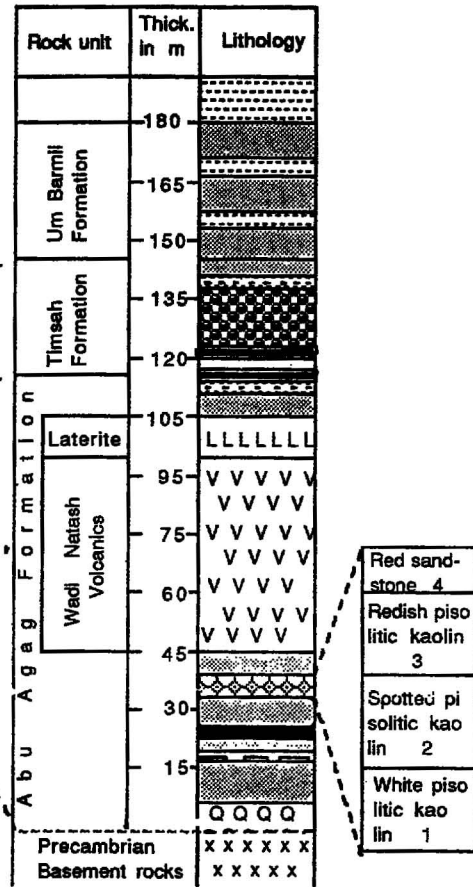


Fig. 2. Simplified lithostratigraphic profile of the Nubia Sandstones Series (9, also simplified and modified)

1 – studied pisolitic kaolins, 2 – kaolin, 3 – barite, 4 – oolitic ironstone, 5 – laterite, 6 – volcanics, 7 – claystone and siltstone, 8 – sandstone, 9 – conglomerate, 10 – basement rock, 11 – unconformity

Tabela I
ŚREDNI SKŁAD MINERALNY
NA PODSTAWIE ANALIZY RENTGENOWSKIEJ,
TERMICZNEJ I CHEMICZNEJ, %

Minerał	Część profilu		
	dolna	środkowa	górna
Kaolinit	94,0	92,7	86,0
Hematyt	1,0	1,1	9,9
Anataz	2,8	3,2	2,4
Al minerały	2,0	1,7	1,0
Inne (fosforany)	0,2	1,3	0,7

Tabela II
ŚREDNIA ZAWARTOŚĆ
IZOTOPIŃ TLENU I WODORU, %

	Część profilu		
	dolna	środkowa	górna
$\delta^{18}O_{SMOW}^*$	$17,9 \pm 0,0$	$18,2 \pm 0,0$	$16,3 \pm 0,0$
δD	$-59,5 \pm 0,8$	$-63,0 \pm 0,4$	$-70,7 \pm 1,2$

* Dane obliczane z 8 analiz.

ny z wietrzenia powierzchniowego charakteryzują się średnimi zawartościami (15–19), kaoliny osadowe zaś wykazują wysokie wartości δ (19–23).

Stosując kryterium H.H. Murraya i J. Janssen (13) można określić, iż badane kaoliny pizolityczne utworzyły się w warunkach wietrzenia powierzchniowego mającego cechy wietrzenia laterytowego. Zgadza się to również z rezultatami otrzymanymi przez N. Clauer i in. (4), którzy podają iż w kaolinitowych profilach wietrzeniowych typu laterytowego wartość $\delta^{18}O$ w dolnej strefie saprolitowej wynosi 17,3, dochodząc do 17,4% w najwyższym poziomie glebowym.

Badania K. Fischera i in. (8) dotyczące skał ilastych z obszaru Wadi Kalabsha dostarczają danych, że na tym obszarze osady kaolinitowe pochodzące z wietrzenia laterytowego były przeobrażane *in situ* w czasie drugiej fazy laterytyzacji prowadzącej miejscami nawet do utworzenia boehmitonośnego profilu latosolu.

Obserwacje mikroskopowe szlifów kaolinów w świetle przechodzącym pozwoliły wyróżnić różne typy pizoidów obecnych w skale. Są to pizoidy czysto kaolinitowe o średnicy do 0,5 mm; pizoidy hematytowo-kaolinitowe; kaolinitowo-hematytowe oraz pizoidy hematytowe (2). Wszystkie pizoidy zawierają radialne szczeliny z wysy-

chania, wtórnice wypełnione materiałem ilastym. Wskazuje to na wielokrotne ich wysychanie i zawodnienie, występujące podczas powierzchniowego, wietrzeniowego powstawania kaolinów pizolitowych. Ponadto obserwacje mikroskopowe pozwalają dostrzec intensywny proces wybielania samych kaolinów i pizoidów. Następowało usuwanie pigmentu barwiącego (hematytu). Najintensywniej wybielone kaoliny zawierają jedynie śladowe ilości barwnika, zaznaczające się rdzawymi obwódkami wokół pizolitów.

Celem artykułu było zapoznanie polskiego czytelnika z najnowszą literaturą dotyczącą badań izotopów (podstaw teoretycznych, zastosowań) tlenu i wodoru w skałach ilastych. Autor uznał za właściwe zamieszczenie przeglądu literatury dokonanego na tle konkretnych wyników badań.

Autor pragnie wyrazić głęboką wdzięczność Prof. Haydn Murrayowi za pomoc w umożliwieniu badań, a także Prof. E. Ripleyowi i Dr. R. Lira z Indiana University za pomoc w badaniach izotopowych, Dr El Sayed Youssufowi z Cairo University za okazaną pomoc w badaniach terenowych w Egipcie.

L I T E R A T U R A

1. Attia M.I. — Topography, geology and iron ore deposits of the district east of Aswan. Geol. Surv. of Egypt, Cairo, 1955.
2. Barczuk A., Szamałek K., El Sayed A.A. Yousef — Lateritic pisolitic kaolin of Aswan area, Egypt. Abstr. Eurolat'91 5th Int. Meet. August 23/24 1991, Berlin s. 22—26.
3. Bird M., Chivas A. in. — Low temperature kaolinitic weathering: oxygen-isotope results. Abstr. 9th Inter. Clay Conf. 28 August—2 Sept., Strasburg, 1989.
4. Clauer N., Muller J.P., O'Neil J.R. — Oxygen isotope signature of several generations of kaolinite in a laterite: geochemical implications. *Ibidem*.
5. Clayton R.N., Mayeda T.K. — The use of bromine pentafluoride in the extraction of oxygen from oxides and silicates for isotopic analysis. *Acta Geochim. et Cosmochim.*, 1963 nr 27 s. 43—52.
6. Coleman M.L., Shephard T.J. in. — The reduction of water with zinc for hydrogen isotope analysis. *Anal. Chem.*, 1982 nr 54 s. 993—995.
7. El-Naggar Z.R. — On a proposed lithostratigraphic subdivision for the Late Cretaceous—Early Paleogene succession in the Nile Valley, Egypt. 8th Arab Petrol. Cong., Kuwait, 1971 paper 64 (B-3).
8. Fischer K., Germann K. in. — Late Cretaceous lateritic deposits in Upper Egypt. [W:] *Current Research in African Earth Sciences, Abstracts (14th Colloquium on African Geology, Berlin West)* 18—22 August 1987. Balkema. Rotterdam, 1987 s. 187—190.
9. Germann K., Mocke A. in. — Late Cretaceous laterite-derived sedimentary deposits (oolitic ironstones, kaolins, bauxites) in Upper Egypt. *Berliner Geowiss. Abh. (A)*. Berlin, 1987 s. 729—758.
10. Hinkle D.N. — Variability in "crystallinity" values among the kaolin deposits of the coastal plain of Georgia and South Carolina. *Clays Clay Miner.*, 1963 nr 11 s. 229—235.
11. Kendall C., Coplen T.B. — Multisample conversion of water to hydrogen by zinc for stable isotope determination. *Anal. Chem.*, 1985 nr 57 s. 1437—1440.
12. Klitzsch E. — Plate tectonics and cratonal geology in north-east Africa (Egypt) Sudan. *Geol. Rundsch.*, 1986 vol. 75 nr 3 s. 755—768.
13. Murray H.H., Janssen J. — Oxygen isotopes — indicators of kaolin genesis? Non-metallic mineral ores. *Proc. 27th Inter. Geol. Congr., VNU Science Press*, 1984 15 s. 287—303.
14. O'Neil J.R. — Theoretical and experimental aspects of isotopic fractionation. [W:] *Stable Isotopes in High Temperature Processes*, Valley J.W., *Rev. Mineral.*, 1987 nr 16 s. 1—40.
15. O'Neil J.R. — Preservation of H, C and O isotopic ratios in the low temperature environment. [W:] *Stable Isotope Geochemistry of Low Temperature Fluids. Miner. Assoc. Can. Short Course Handbook*, 1989 nr 13 s. 85—128.
16. Savin S.M. — Stable isotope studies of clay minerals: weathering through diagenesis. *Abstr. 9th Inter. Clay. Conf. August 28—Sept. 2. Strasburg 1989*.
17. Savin S.M., Lee M. — Isotopic studies of phyllosilicates. [W:] *Hydrous phyllosilicates (exclusive of micas) Rev. Mineral.*, 1988 nr 19 s. 189—223.
18. Taylor H.P. — Oxygen isotope studies of hydrothermal mineral deposits. [W:] *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*. Holt, Rinehardt and Winston Inc., New York 1967.

S U M M A R Y

The paper contains a review of the newest works in the field of oxygen/hydrogen isotopic studies. Isotopic composition can be used to distinguish clays of different origin. The preliminary results of mineralogy and oxygen/hydrogen isotopic ratios on pisolitic kaolins from Aswan area (southern Egypt) are presented. On the basis of isotopic data it is suggested that the pisolitic kaolins were formed in conditions of surficial lateritic weathering.

Р Е З Ю М Е

В окрестностях Ассуана, в отложениях меловой формации Абу Агаг, находится разрез содержащий пизолитовые каолины. В этом разрезе выделен покров железистого мелкозернистого песчаника и лежащие ниже, три слоя каолинов, которых цвет изменяется к подошве от буро-красного до белого с ржавыми пятнами. Был определен химический и минеральный состав каолинов. Их главным компонентом является каолинит, остальные компоненты — это гематит, анатаз, минералы алюминия (гипс, диаспор). Приведен обширный обзор литературы, связанной с применением изотопных исследований для определения генезиса пород и условий среды их образования. Полученные результаты позволяют установить, что пизолитовые каолины образовались в условиях поверхностного латеритового выветривания.