

WSPÓLCZESNE UTWORY CALICHE W OKOLICACH UDŻDY (NE MAROKO)

UKD 552.53/.54caliche(212.7):552.14''312'':556.314(64-18Udźda-0)

Od wielu lat obszarem eksportu polskich usług geologicznych stały się rejony położone nad N od Sahary. W regionie tym, w krajach Maghrebu i Libii, a także dalej ku E w pasie biegnącym przez Syrię i Irak do Iranu, pracujący w terenie geolog spotyka się z występowaniem wapiennych utworów powierzchniowych, całkowicie nieznanymi w obszarach klimatu umiarkowanego. Skąpa lub wręcz nie istniejąca szata roślinna wydaje się obiecywać dobre odsłonięcie i „czytelność” terenu, jednak bliższe zapoznanie się z terenem na ogół rozwiewa te złudzenia. Na pozór dobrze odsłonięty teren pokryty jest skorupą wapienną uniemożliwiającą obserwację, podobna skorupa wyściela dno okresowych potoków, nierzadko sprawiających wrażenie wybetonowanych koryt, wreszcie wychodnie skał ulegają przeobrażeniu zacierającemu charakter skały pierwotnej.

Utwory wapienne typu caliche były dotychczas w polskiej literaturze geologicznej rzadko wzmiankowane (zob. zestawienie w: 5). Opisy podręcznikowe (2, 4, 8) podają, że caliche jest związane z przypowierzchniową warstwą klastycznych skał osadowych, zaś proces jego powstawania wyłącznie zachodzi na drodze iluwialnej.

Obserwacje poczynione przez autora na marginesie prowadzonych przez trzy lata prac poszukiwawczych w NE Maroku pozwalają na stwierdzenie, że istniejące wzmianki nie uwzględniają różnorodności form występowania i genezy caliche. Celem niniejszego artykułu jest częściowe wypełnienie istniejącej luki. Przedstawienie i dyskusja wszystkich obserwowanych przypadków przekroczyłyby ramy tego artykułu, który nie roszcząc sobie pretencji do wyczerpującego omówienia problemu pragnie na przykładach przedstawić jego złożoność. Zwrócono przy tym uwagę na te cechy caliche, które są widoczne w krajobrazie,

w odkrywcze i makroskopowym okazie, natomiast badań mikroskopowych i chemicznych nie prowadzono z powodu braku możliwości.

Caliche najogólniej można określić jako powierzchniowe lub przypowierzchniowe utwory węglanowe o bardzo różnorodnej konsystencji, strukturze i barwie. Zróżnicowanie tych cech obserwuje się często nie tylko w skali odkrywki, lecz i okazu. W powstaniu caliche dominującą rolę odgrywa czynnik klimatyczny; w odpowiednim klimacie utwory te powstają na bardzo różnym podłożu. W obszarze badań obserwowano caliche rozwinięte na bazaltach i tufach bazaltowych, na granitach, na klastycznych osadach aluwialnych, zboczowych i piedmontowych, na nadmorskich piaskach wydmowych, w przypowierzchniowej warstwie, w szczelinach skał węglanowych oraz na starszym caliche.

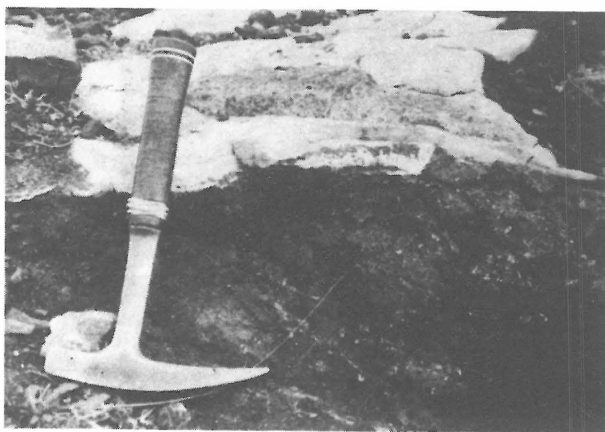
Na podstawie obserwacji najogólniej można było wyróżnić dwie odmiany genetyczne tych utworów:

- caliche iluwialne lub akrecyjne, powstałe przy udziale pionowego, bądź lateralnego ruchu roztworów,
- caliche wietrzeńcowe, powstałe w wyniku przeobrażenia *in situ* skał podłoża.

W nawiązaniu do tego uproszczonego podziału przedstawiono poniżej charakterystyczne przykłady występowania caliche.

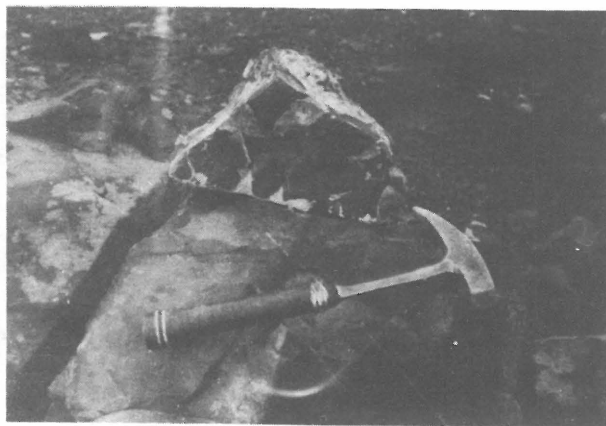
CALICHE ILUWIALNE I AKRECYJNE

Lite skały nie zawierające w swoim składzie węglanów są podłożem, na którym rozwija się caliche akrecyjne, gdyż wsiąkanie wody i jej pionowy ruch w przypowierzchniowej partii skały jest utrudniony przez jej nieprzepuszczal-



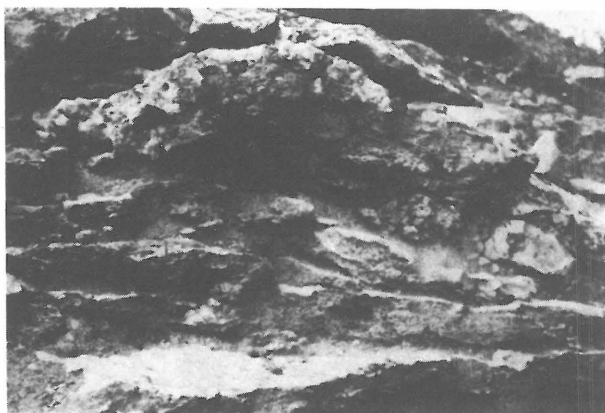
Ryc. 1. Naskorupienie caliche na powierzchni bazaltu

Fig. 1. Caliche encrustations on surface of basalt



Ryc. 2. Caliche spajające ostrokrawędzisty gruz bazaltowy

Fig. 2. Caliche cementing angular basalt fragments



Ryc. 3. Warstewki białego caliche na płaszczyznach podzielnosci tufów bazaltowych

Fig. 3. White caliche layers on separateness planes in basalt tuffs

ność. Występowanie caliche bywa tu zaskakujące, przykładem może być odkrywka czwartorzędowego bazaltu w pobliżu szosy Udźda-Genfuda, gdzie powierzchnia bazaltu pokryta jest skorupą caliche o miąższości ok. 5 cm (ryc. 1). Barwa caliche jest śnieżnobiała, a w pobliżu bezpośredniego kontaktu z bazaltem szara, od tkwiących wewnątrz okruszków bazaltu. Nieregularność tych okruszków oraz silne zrośnięcie skorupy caliche z bazaltem sprawiają wrażenie metasomatycznego wypierania bazaltu przez osadzający się na jego powierzchni wtórny wapień. Poniżej warstwy caliche obserwuje się w spękaniach bazaltu infiltracyjne żyłki wypełnione caliche oraz gniazdowe skupienia caliche w bardziej zwietrzałych partiach skały.

Wyłącznie akrecyjne pochodzenie caliche niewątpliwie jest w przypadku białego caliche spajającego ostrokrawędzisty gruz bazaltowy na wychodni bazaltu (ryc. 2). W tym samym punkcie obserwowano również kuliste bloki bazaltu całkowicie oskorupione przez powłokę białego lub żółtawego caliche o grubości ok. 1 cm. Przebieg między bazaltem i skorupą wapienną jest bardzo ostre, a jednocześnie skorupa silnie przylega do bazaltu. Powstanie naskorupień musi być współczesne z obecnym eksfoliacyjnym wietrzeniem bazaltów. Źródłem Ca niewątpliwie jest sam wietrzejący bazalt, gdyż między szczytem bazaltowego wzgórza a najbliższym miejscem występowania skał węglanowych znajduje się przełęcz położona o kilkadziesiąt metrów niżej.

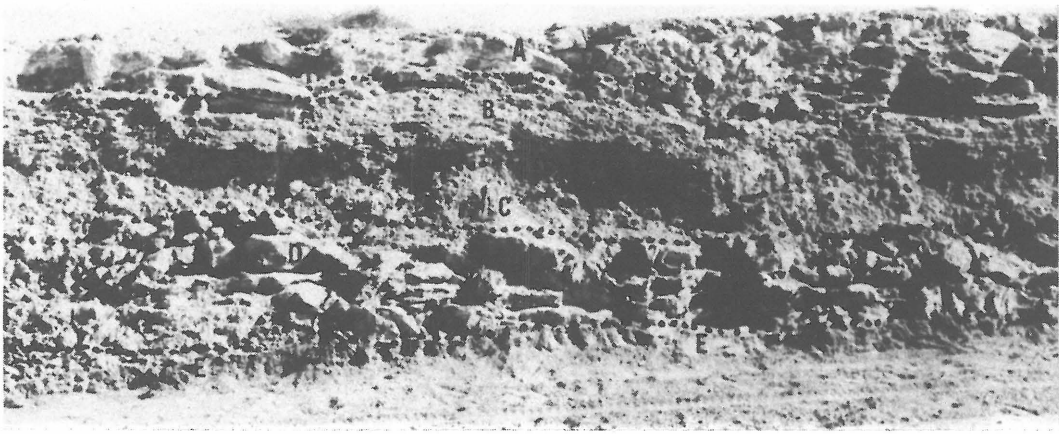
Na pochodzenie Ca z bazaltu wskazują obserwacje

w wykopie drogi Udźda-Genfuda. Na odległych od siebie co 5–10 cm nieregularnych powierzchniach podzielnosci tufów bazaltowych zalegają warstewki białego caliche o miąższości ok. 1 cm (ryc. 3). Ich górna powierzchnia jest biała, twarda i gładka, ku dołowi przechodząca w szarawą, a sama warstewka staje się porowata i bardziej miękka. Podobny sposób wykształcenia wszystkich warstewek w całej kilkumetrowej ścianie odkrywki wskazuje, że tworzyły się one jednocześnie w całym profilu, reprezentując typ caliche podziemnego, na którego obecność w innych utworach już wcześniej wskazywano (7).

Na granitach caliche jest rozwinięte słabiej niż na bazaltach. Ogranicza się ono tylko do cienkich powłok na zwietrzałych wychodniach, najczęściej zaś oskorupia bloki granitowe tkwiące w cienkiej warstwie gleby zmieszanej z gruzem granitowym.

Najpełniejszy rozwój obserwuje się w przypadku caliche rozwiniętego na klastycznych, żwirowo-piaszczystych utworach aluwialnych, piedmontowych i zboczowych. Na tych ostatnich caliche jest rozwinięte słabiej, gdyż nachylenie zboczy przekraczające 15° faktycznie wyklucza jego powstawanie. Należy tu zaznaczyć, że i na obszarach o podłożu bazaltowym i granitowym po wykształceniu się warstwy zwietrzliny o znacznej miąższości obserwuje się podobne formy caliche jak na utworach klastycznych. Typowy przykład takiego caliche i jego roli w krajobrazie przedstawia rozległa, lekko nachylona pokrywa, na której spod drobnego gruzu wapiennego przemieszanego z piaskiem odsłaniają się większe bloki caliche konkrecyjnego.

Rozwój caliche w obrębie takich pokryw wykazuje największą zbieżność z opisami klastycznych profilów (6). W dolnej partii występuje zwykle caliche słabo skonsolidowane, pylaste, przemieszane z materiałem klastycznym, natomiast górna partia jest z reguły silniej skonsolidowana. Niekiedy zdarza się, że w obrębie odkrywki występuje więcej niż jedna warstwa twardego, silnie skonsolidowanego caliche. Przykład tego obserwowano w pokrywach aluwialnych rejonu Seheb Grade na S od Taurirt (ryc. 4). Najczęściej warstwa masywnego caliche jest tylko jedna, a typowy profil obserwowano w korycie wadis między El Ajun a Taurirt. Na rzecznych zlepieńcach z dużymi otoczkami skał węglanowych, granitów, wulkanitów i zielenców zalega warstwa białego caliche pylasto-gruzłowego, a nad nim, ograniczona falistą powierzchnią warstwa masywnego caliche o miąższości 80 cm (ryc. 5). Ciągła warstwa wykazuje niejednorodną budowę przejawiającą się w występowaniu form bochenkowych różniących się od otaczających partii skały jaśniejszą barwą i większą

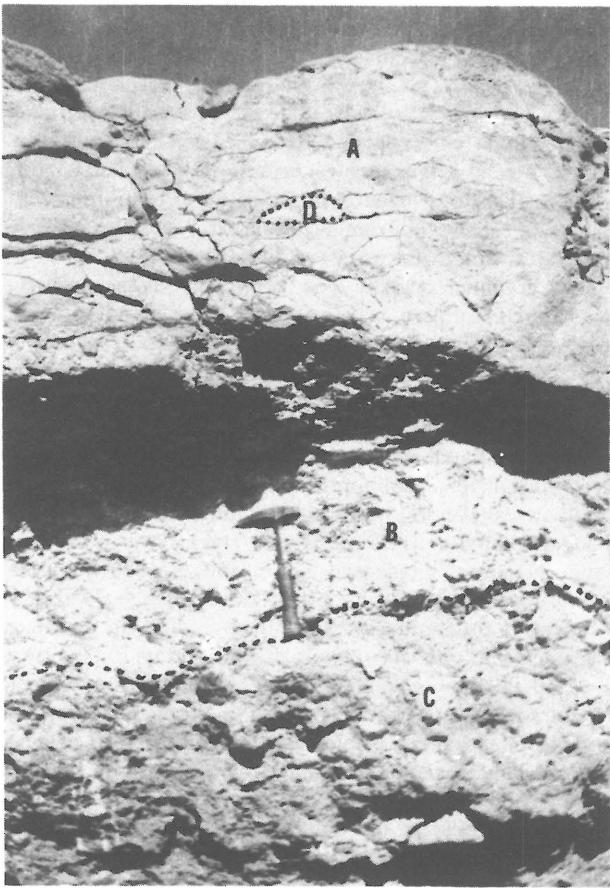


Ryc. 4. Profil caliche rozwiniętego na utworach aluwialnych

A – caliche gruboławicowe górne, B – caliche gruzłowe twarde,
C – caliche gruzłowe miękkie, D – caliche gruboławicowe dolne,
E – caliche gruzłowe dolne

Fig. 4. Section of caliche developed on alluvial deposits

A – upper thick-bedded caliche, B – hard knobby caliche, C – soft knobby caliche, D – lower thick-bedded caliche, E – lower knobby caliche.



Ryc. 5. Profil caliche rozwiniętego na utworach aluwialnych

A – caliche gruboławicowe, B – caliche pylasto-gruzłowe, C – zlepienie grubootczakowe, D – formy konkrecyjne w obrębie ławicy

Fig. 5. Section of caliche developed on alluvial deposits

A – thick-bedded caliche, B – silty-knobby caliche, C – conglomerates formed of coarse pebbles, D – nodular forms occurring within a layer

twierdzością. Wskazuje to, że powstanie ciągłej warstwy caliche jest wynikiem akrecyjnego połączenia się form konkrecyjnych.

Przykładem takich form konkrecyjnych mogą być



Ryc. 6. Konkrecja caliche

A – strefa zewnętrzna o strukturze powłokowej z brodawkami i wypustkami w dolnej części (na fotografii z prawej strony), B – strefa wewnętrzna o strukturze gąbczastej

Fig. 6. Caliche nodules

A – outer zone with envelope structure with knobbls and projections in lower part (right side of the photo), B – inner zone with spongy structure.

bochenkowate utwory przypominające kształtem ławy pukliste (przykłady ich pochodzą z pokrywy caliche). Formy konkrecji są bardzo zróżnicowane. Najczęściej można w nich wyróżnić partię zewnętrzną utworzoną z twardego caliche o strukturze powłokowej i partię wewnętrzną o strukturze gąbczastej (ryc. 6) lub brekcjowo-gruzłowej. Górna powierzchnia puklistych konkrecji jest na ogół gładka, natomiast dolna pokryta guzkami, wypustkami i brodawkami o charakterze stalaktytowym. Powłokowa struktura zewnętrznej warstwy cechuje się zróżnicowaniem grubości powłok, grubszych w górnej, a cieńszych w dolnej części konkrecji. Układ koncentrycznych powłok jest równoległy do zarysów konkrecji i w formie złagodzonej powtarza ich ostre załamania. Niejednokrotnie kolejne powłoki są oddzielone od siebie szczelinami z wysychania. Podobne szczeliny przecinają także wewnętrzną, brekcjowo-gruzłową partię konkrecji, wzdłuż takich szczelin obserwuje się pasemkową strukturę równoległą. Zróżnicowanie struktury i obecność form wypustkowych świadczy o łatwym uruchamianiu węglańca wapnia w obrębie już utworzonej konkrecji.



Ryc. 7. Białe caliche (A) wypełniające spękania czwartorzędowych piaskowców rzecznych (B)

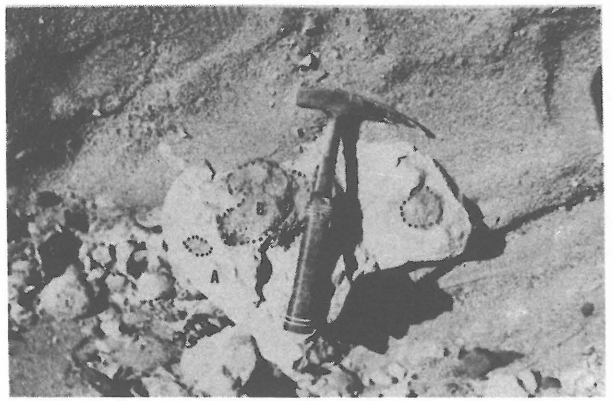
Fig. 7. White caliche (A) infilling fractures in Quaternary fluvial sandstones (B)

W pewnych przypadkach można stwierdzić powstawanie caliche w wyniku jednocześnie zachodzących procesów akrecji i infiltracji. Świadczy o tym występowanie w przypowierzchniowej partii odkrywki płatów caliche, w których zgrubieniach tkwią otoczaki skał.

Dowodem długiego trwania warunków, w jakich w pewnym obszarze może zachodzić powstawanie różnych form caliche jest wypełnienie przez białe, bezstrukturalne caliche pionowych spękań (ryc. 7) w warstwie piaskowca, występującej w stropie rzecznych osadów zwirowych, zawierających liczne elipsoidalne otoczaki starszego caliche (stare tarasy wadisu Za koło Taurirtu). Sytuacja taka wskazuje, że caliche powstaje w długim interwale czasowym, obejmującym powstanie starszego caliche, jego erozję, transport i obtoczenie, diagenезę piaskowca, powstanie spękań i wypełnienie ich przez młodsze caliche.

Na szybkość procesu calichyfikacji wskazuje obecność naskorupień białego i beżowego caliche na współczesnych luźnych piaskach wydmowych z obfitym detrytusem muszlowym. Naskorupienia takie obserwowano na półwyspie Ras el-Ma. Miąższość ich dochodzi do 1 cm, najczęściej jest to jednak cienka warstewka o grubości tekstury, załamująca się pod stopami. Dolna powierzchnia warstewki wykazuje obecność form wypustkowych i brodawkowych, świadczących o oscylacyjnym, pionowym ruchu roztworów.

W podobny sposób powstały nieregularne pokrywy caliche rozwinięte na zielonawych iłach (odkrywka w pobliżu El Aiun przy rozjeździe dróg na Melillę i Taurirt).



Ryc. 8. Caliche powstałe w wyniku przeobrażenia skały węglanowej (A), wewnątrz rozbitego bloku widoczne pozostałości dolomitu kruszczońskiego (B)

Fig. 8. Caliche formed in result of transformation of carbonate rock (A); note relics of ore-bearing dolomite within the fractured block (B)

Na powierzchni iłów zalega tu warstwa białego, pylastego caliche, a nad nią twarde caliche warstwowe z licznymi strukturami powłokowymi i opływowymi. Poza tym na powierzchni pagórka leżą liczne bloki o rozmiarach do $1 \times 1 \times 0,6$ m świadczące o tym, iż miąższość warstwy caliche była większa od obserwowanej obecnie.

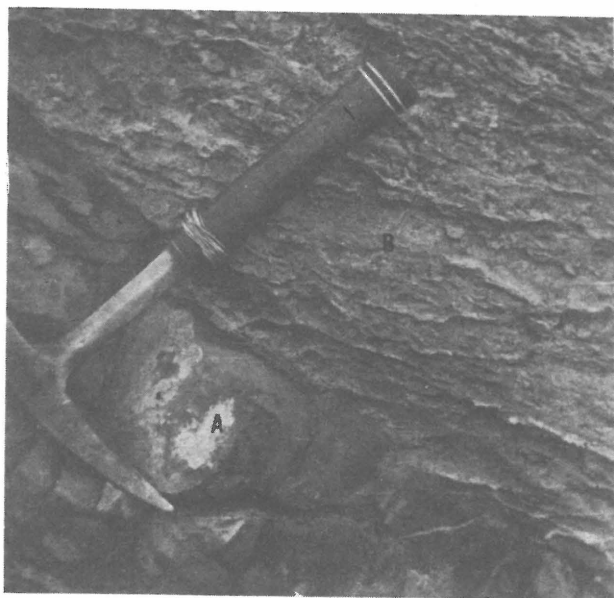
Swoistą formę caliche stanowi akrecyjno-infiltracyjne scementowanie luźnych osadów w dnie koryt okresowych potoków. Caliche to jest bardzo twarde, a jego wygładzona przez wleczony po dnie materiał skalny powierzchnia sprawia wrażenie betonowego koryta.

CALICHE WIETRZENIOWE POWSTAŁE IN SITU

Wspólną cechą dotychczas opisanych form caliche jest to, że wytrącenie węglanu wapnia poprzedzone jest pionowym lub lateralnym ruchem roztworów. Odrębny typ stanowi caliche powstałe w wyniku przeobrażenia *in situ* skały pierwotnie istniejącej. Oscylacyjny ruch roztworów mógł i w tym przypadku odegrać pewną rolę, ale zachodził na bardzo małym odcinku i nie był czynnikiem decydującym (3). Caliche to jest głównie związane ze skałami węglanowymi, ale nie jest ograniczone wyłącznie do nich. Przykładem takiego caliche są bloki skalne o średnicy przekraczającej 0,5 m, leżące na powierzchni stożków piedmontowych w rowie tektonicznym Metroh u podnóża wzgórz tworzących jego zrębowe obramowanie.

Bloki te są utworzone z białego, nieco gąbczastego caliche, niekiedy cechującego się policentryczną strukturą powłokową, a niekiedy całkowicie bezstrukturalnego. Po rozbiu bloku caliche obserwuje się nieraz pozostałości pierwotnej skały węglanowej – mikrytowego „sublitograficznego” wapienia lub powstałego z niego wcześniej dolomitu kruszczońskiego (aalen-bajos) (ryc. 8). Dowodu, że jest to caliche przeobrazeniowe, a nie akrecyjne dostarczyły obserwacje z obszaru położonego na S od Tiuli. Kryształ galeny ułożone w warstewki przechodziły tam przez blok dolomitu kruszczońskiego, jak i przez otaczającą go powłokę caliche.

W przypowierzchniowych partiach skał węglanowych obserwuje się przejście wapienia w caliche o wyglądzie marglu (ryc. 9). Wtórny charakter tego utworu jest w odkrywcę niekiedy trudny do ustalenia. Niewątpliwie przykłady wtórnego pochodzenia obserwowano w wykopie drogi Udžda-Ahfir. Warstwa marglistego caliche, przechodzącego ku górze w twarde caliche konkretyjno-war-



Ryc. 9. Uławiczone wapienie (A) przechodzące w caliche o wyglądzie marglu (B)

Fig. 9. Stratified limestones (A) passing into marl-like caliche (B)

stwowe, przebiegała tam równoległe do powierzchni zbocza „ścinając” niezgodnie poziomo leżące warstwy wapieni (ryc. 10).

Na związek rzeźby terenu z rozwojem wietrzeniowego caliche wskazuje również przebieg równoległej do powierzchni zbocza warstwy wtórnego marglu ułożonej niezgodnie w stosunku do sfałdowanych ławic wapieni. Dowodem wtórnego pochodzenia margli może być przejście ławicy wapienia w margliste caliche schodzące w obrębie ławicy na różną głębokość.

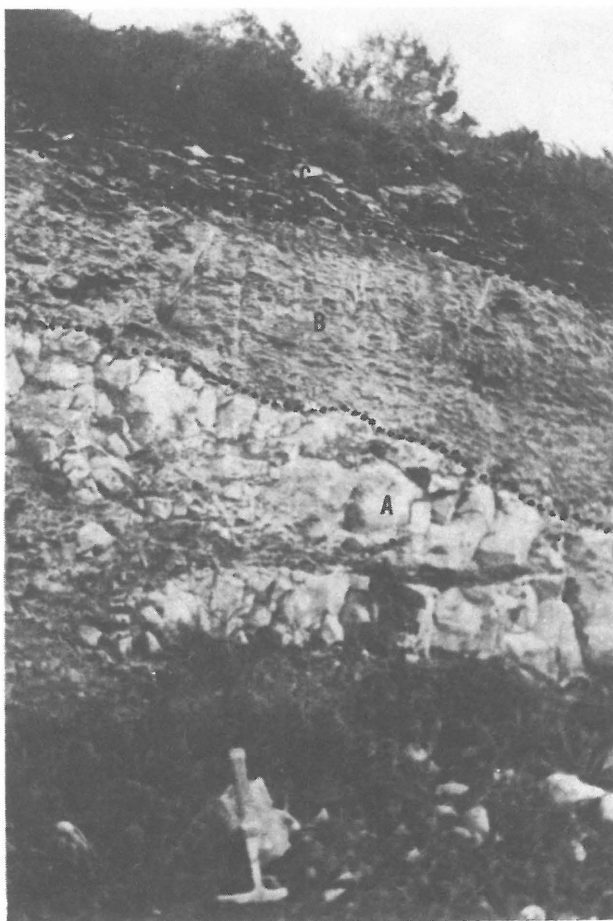
Bardziej myląca sytuacja powstaje, gdy calicifikacja rozwija się w obrębie różnych warstw z różnym natężeniem. W takich przypadkach w odkrywcę obserwuje się pozorne naprzemianległe zaleganie ławic wapieni i margli.

Obserwowano także przypadki, w których powstanie caliche było ułatwione przez spękanie ławic wapienia w przegubach antyklin. Na istnienie takich zjawisk wskazano już wcześniej (1). Najbardziej zaskakujące występowanie przeobrażeniowego caliche zauważono w położonym na N od Udźdy rejonie Kef er-Rhorabat. Ochrowo-żółte caliche występowało tam na płaskich powierzchniach szczytowych niewielkich stożków czwartorzędowych wulkanów jeszcze nie przemodelowanych przez erozję. Caliche to tworzyło luźne bloki o rozmiarach $1 \times 0,5 \times 0,2$ m. Konfiguracja terenu (niewielka powierzchnia spłaszczenia szczytowego, strome zbocze, kilkukilometrowa odległość od najbliższych wychodni skał węglanowych) wskazuje, iż mogło ono powstać tylko przez przeobrażenie na miejscu skał bazaltowych.

*

Występowanie pokryw caliche jest czynnikiem niekorzystnym dla człowieka, gdyż na utworach tych faktycznie nie występuje warstwa gleby. Obecnie prowadzi się próby zalesienia pokryw. W celu przygotowania miejsca pod sadzonki kruszy się pokrywę za pomocą przenośnego kafara lub materiału wybuchowego.

W obszarach występowania caliche jest od dawna używane jako kamień budowlany łatwy do uzyskania przez odspojenie i łatwy do układania w murze, a wobec znacznej porowatości zbliżony własnościami do cegły lub tufu.



Ryc. 10. Poziomo zalegające ławice wapienia (A) przeobrażonego w caliche margliste (B) przechodzące ku górze w konkretyjnowarstwowe (C)

Fig. 10. Horizontal layers of limestone (A) transformed into marly (B) and, upwards, nodular-stratified (C) caliche

Dla prowadzenia poszukiwań geologicznych caliche jest czynnikiem niekorzystnym, gdyż utrudnia, a nieraz uniemożliwia obserwacje geologiczne. Oscylacyjny ruch roztworów sprzyja natomiast powstawaniu w obrębie caliche anomalii geochemicznych, a homogenizacja przypowierzchniowej warstwy terenu ułatwia interpretację wyników poszukiwań geochemicznych.

LITERATURA

1. Blank H.R., Tynes E.W. — Formation of caliche in situ. Geol. Soc. Amer. Bull. 1965 nr 12.
2. Gradziński R., Kostecka A., Radomski A., Unrug R. — Sedymentacja. Wyd. Geol. 1976.
3. James N.P. — Holocene and Pleistocene calcareous crust (caliche) profiles: criteria for subaerial exposure. J. Sedim. Petrol., 1972 nr 4.
4. Książkiewicz M. — Geologia dynamiczna. Wyd. Geol. 1968.
5. Peryt T.M. — Subaeralne utwory węglowe: zarys problematyki. Prz. Geol. 1984 nr 4.
6. Reeves C.C. — Origin, classification and geologic history of caliche on the southern High Plains, Texas and eastern New Mexico. J. Geology 1970 nr 5.
7. Rutte E. — Kalkkrusten in Spanien. Neues Jb. Geol. Paläontol. 1958 nr 1.
8. Ryka W., Maliszewska A. — Słownik petrograficzny. Wyd. Geol. 1982.

SUMMARY

In the studied area, caliche deposits are found to be developed on basalts and basalt tuffs, granites, clastic alluvial, slope and piedmont deposits, coastal dune sands as well as in subsurface parts and fissures in carbonate rocks and on older caliche covers.

It is generally possible to differentiate two genetic types of caliche deposits here:

- illuvial or accretional caliche, formed with contribution of vertical or lateral migration of solutions; and
- weathering caliche, formed in result of in situ transformation of bedrock material. Figures 1—7 show examples of caliche deposits of the former type, and Figs. 8—10 — examples of those of the latter type.

Caliche covers are generally disadvantageous for geological studies. Oscillatory, upward movement of solutions responsible for origin of the bulk of deposits of that type makes it possible to assume presence of some geochemical anomalies in these covers.

РЕЗЮМЕ

В исследованном районе наблюдаются отложения „калиш” развитые на базальтах и базальтовых туфах, на гранитах, на обломочных аллювиальных, склоновых и предгорных осадках, на песках приморских дюн, в близкоповерхностных партиях и трещинах карбонатных пород, а также на старших отложениях „калиш”.

Выделены два генетических типа этих отложений:

- отложения „калиш” иллювиальные или акретивные, которые образовались с участием вертикального или латерального движения растворов,
- отложения „калиш” выветренные, которые образовались в результате преобразования ин ситу пород фундамента.

Примеры отложений „калиш” первого типа представлены на снимках 1—7, а второго типа на снимках 8—10. Покровы отложений „калиш” являются препятствием для геологических исследований. Осцилляционное вертикальное движение растворов, в результате которого образовалось большинство отложений „калиш” позволяет полагать, что в них могут образоваться геохимические аномалии.