

GENEZA I KLASYFIKACJA WAPIENNYCH OSADÓW MARTWICOWYCH

UKD 552.545:552.14+552.22/.23:550.73+556.531.4/5

Terminem – martwice wapienne – określa się na ogół lądowe, autigeniczne osady wapienne powstające z wytrącenia węglanu wapnia z wód powierzchniowych, tzn. z wszelkiego rodzaju wypływów, cieków oraz w obrębie wód stojących, na drodze chemicznej lub (oraz) w biologicznych procesach roślin wodnych. Tematem niniejszego artykułu jest analiza wapieni wytrąconych z powierzchniowych wód mobilnych: ze źródeł, cieków i strefy falowań zbiorników wodnych.

Utwory te nie mają jednoznacznie przyjętej klasyfikacji i zasad określania (także w literaturze zagranicznej). W starszych pracach, jako nazwy ogólnej w stosunku do osadów martwicowych, używano określeń sinter (14) lub trawertyn (20), albo też nazwę sinter stosowano jako synonim tufu wapiennego, czyli miękkiego, porowatego lub syckiego wapienia słodkowodnego, a trawertyn rozumiano jako zwięzły, warstwowany osad martwicowy (27). Obecnie używa się na ogół trzech określeń w stosunku do omawianych skał:

- tuf wapienny (calcareous tufa, Kalktuff itp. od łac. tofus),
- trawertyn (od łacińskiej nazwy rzymskiego Tivoli, gdzie utwory te występują),
- sinter wapienny.

Wyżej wymienione pojęcia, używane wymiennie w różnych pracach, określają różne odmiany wapienia słodkowodnego lub też (najczęściej) mają znaczenie ogólne. Na niejednoznaczność używanych pojęć uwagę już ponad 50 lat temu zwracał S. Prat (21). Od tego czasu mimo postępu w badaniach martwic nieprecyzyjność ta pozostała nadal.

J. Pia (18) zaproponował stosowanie nazwy „Kalktuff” dla porowatego i kruchego wapienia powstałego przy fizjologicznym udziale roślin a „Kalksinter” dla zwięzłego i twardego wapienia wytrąconego chemicznie. Pierwszy termin stosowany jest powszechnie w myśl propozycji J. Pii, lecz druga nazwa używana jest dość dowolnie (por. 1, s. 188). Podobną dowolność cechuje stosowanie pojęcia trawertyn (29).

W języku polskim używa się dwóch terminów: martwica wapienna – jako pojęcie ogólne lub jako odpowiednik tufu wapiennego J. Pii; trawertyn – w stosunku do osadu zbitego i twardego (10). Nazwy te traktuje się też często jako równoznaczne. Na podstawie dotychczasowych badań osadów martwicowych w Polsce południowej autor proponuje klasyfikację genetyczną słodkowodnych wapieni wód mobilnych, wprowadzenie której wymaga jednak najpierw omówienia sedymentacyjnych mechanizmów tworzenia martwic wapiennych.

GENEZA MARTWIC WAPIENNYCH

Słodkowodne osady węglanowe nazywane martwicami lub trawertynami są obok nacieków jaskiniowych głównym sedymentem powstałym z odwapnienia wód krasowych (w szerokim tego słowa znaczeniu) w warunkach subaearycznych. Węglan wapnia w wodach naturalnych pochodzi głównie z ługowania skał zawierających CaCO_3 w różnej formie i objętości. Intensywność denudacji krasowej jest uzależniona od litologii i struktury skał rozpuszczalnych oraz warunków klimatycznych (wpływających na zawartość CO_2 w wodzie). Mimo odwrotnej zależności rozpuszczalności CO_2 w wodzie od temperatury silniejsze krasowienie zachodzi w klimacie cieplejszym (przy założeniu podobnych opadów), ze względu na intensywniejszy rozwój życia organicznego w warstwie glebowej, w której to perkolujące wody opadowe przesycają się dwutlenkiem węgla do stężenia średnio 100 razy wyższego niż w powietrzu atmosferycznym (19).

Wzrost temperatury sprzyja więc z jednej strony denudacji chemicznej, z drugiej zaś w wyniku wspomnianej zależności powoduje intensywne wytrącanie rozpuszczonego węglanu wapnia w postaci martwic, z wód wypływających na powierzchnię. Wytrącanie CaCO_3 zachodzi w wyniku zaburzenia równowagi jonowej, związanego ze spadkiem stężenia CO_2 w wodzie. Uwalnianie CO_2 z wody może mieć przyczyny czysto fizyczne, jak:

- podwyższenie temperatury (zwiększające parowanie i dyfuzję),
- mechaniczna akceleracja dyfuzji (głównie przez wzrost turbulencji przepływu),
- spadek stężenia CO_2 w powietrzu kontaktującym z roztworem

oraz zachodzić może skutek fizjologicznych procesów roślin wodnych: asymilacji CO_2 w czasie fotosyntezy i pobierania HCO_3^- i CO_3^{2-} z roztworu.

W pewnym, słabo dotychczas poznanym, stopniu kalfikacja organiczna wynikać może z:

- organicznej syntezy CaCO_3 w komórkach roślin,
- sekrecji tegoż z komórek na ściankę rośliny.

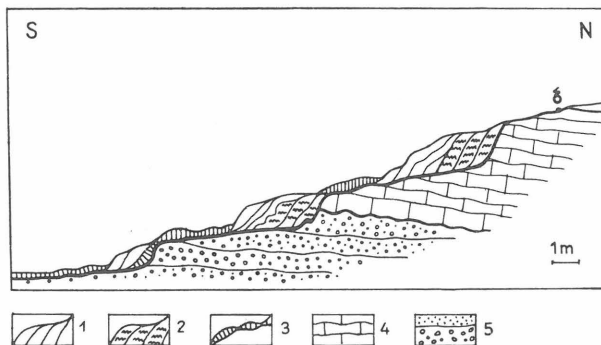
W procesach biologicznego wytrącania węglanu wapnia w wodach lądowych dominujący udział mają rośliny niższe, z których najważniejsze to: Cyanophyta – *Calothrix*, *Gloeocapsa*, *Homeothrix*, *Lyngbya*, *Petalonema*, *Phormidium*, *Pleurocapsa*, *Rivularia*, *Scytonema*; Chlorophyta – *Chaetophora*, *Cladophora*, *Gongrosira*, *Oocardium*, *Spirogyra*, *Zygnema*; Charophyta – *Chara*; Rhodophyta – *Bangia*, *Chantrasia*, *Lemanea*; Chrysophyta-Xantophyce – *Vaucheria* (3, 4, 8, 9, 11, 13, 17, 23, 24, 26, 28).

Drugą, ważną grupą roślin towarzyszących kalcyfikacji są mszaki: *Brachytecium*, *Bryum*, *Conocephallum*, *Cratoneuron*, *Didymodon*, *Eucladium*, *Marchantia*, *Pelia*, *Rynchosstegium* (15, 16, 17, 26).

Z roślin wyższych, nie uczestniczących bezpośrednio w strącaniu węglanu J. Pia (17) wymienia: *Ceratophyllum*, *Elodea*, *Potamogeton*, *Ranunculus*. Wymienione rośliny o różnych wymaganiach środowiskowych mogą być dobrym wskaźnikiem dla odtwarzania warunków sedimentacji martwic. Ważne zróżnicowanie ekologiczne wynika ze sposobu poboru węgla do procesów metabolicznych: mszaki asymilują głównie wolny CO_2 z wody, glony zaś czerpią prócz tego także HCO_3^- i CO_3^{2-} (5, 25). W związku z tym mszaki zasiedlają miejsca największej podaży CO_2 , tzn. strefy źródłowe (najczęściej młaki i wysięki) oraz strefy silnej turbulencji wody (wodospady, bystrza itp.), czyli środowiska o niższym pH (5–7), optymalne jednocześnie dla kiełkowania zarodników (7). Algi natomiast mogą żyć w wodach o ruchu uwarstwionym lub stagnującym, o wyższym pH.

Działalność roślin powoduje zachwianie równowagi jonowej wód, w których żyją i wytrącanie CaCO_3 na ich plechach. Specyficzna morfologia i struktura „muraw” mchowych powoduje istnienie licznych porów i próżni w powstałym osadzie (włącznie z tworzeniem małych jaskiń wypełnianych wapieniem naciekowym podczas późniejszej diagenety). Tak powstały wapień jest wyraźnie uławiiony, a miąższość ławic nachylonych pod różnym kątem w kierunku spływu wód wynosi 10–40 cm. Często ich wertykalny wzrost jest tak szybki, że budują bariery przegradzające strumień i tworzące piętrowo ułożone stopnie wzdłuż jego biegu (np. słynne Plitwicke Jezera). Współcześnie tworzące się progi martwicowe narastające progadacyjnie przez kalcyfikację mchów i wątrobowców obserwować można w Karwowie k. Opatowa („Wywierzysko Wincentego Kadłubka”) oraz na potoku Zmornica k. Kwaczały (ryc. 1). Mniejsze, a częste progi martwicowe tworzą się też w Karpatach Zewnętrznych (np. koło Mogilan, Jaślisk, Borowej, Birczy, Brzozowa), w zachodniej części Pienin i na Podhalu (Gliczarów, Ciche, Stare Bystre). W okresie atlantyckiego optimum klimatycznego (ok. 8000–6000 lat temu), martwice podobnego typu tworzyły się na Wyżynie Krakowskiej m. in. w dolinach: Będkówki, Szklarki, Sąsówki, Raclawki, Szreniawy. Omawiany osad cechujący się (po wyschnięciu) dużą porowatością, ale i znaczną zwięzłością, proponuję objąć nazwą **trawertyn**.

Glony często towarzyszą mszakom, lecz ich udział w masie wytrąconego wapienia w strefach zasiedlonych przez mchy jest niewielki. W wyjątkowo sprzyjających warunkach, jakie np. stwierdzono w kopalnych martwicach doliny Raclawki k. Krzeszowic (26), algi mogą tworzyć bariery przez kolonizację spiętrzonych podczas wezbrania pni drzew i intensywną kalcyfikację, co pociąga szybki rozwój wertykalny takiej bariery i powstanie zapory typu biohermy, ze zbiornikiem na jej zapleczu (ryc. 2). Częściej jednak zasiedlają strefy o przepływach uwarstwionych, spokojnych, bądź wody stagnujące o wyższym pH, gdzie pobierając węgiel z rozkładu HCO_3^- i CO_3^{2-} powodują wytrącanie węglanów, tworząc jednocześnie rozległe maty (do kilku metrów rozciągłości) typu stromatolitowego (ryc. 4) o wyraźnych przyrostach sezonowych, podkreślonych często poziomo ułożonymi, inkrustowanymi CaCO_3 , rurkami larw *Chironomidea*, żyjących na matach algowych (ryc. 6). Grubość rocznych przyrostów wynosi 0,3–2 cm, powstały osad zaś cechuje duża porowatość (do 70% obj.) oraz znaczna kruchość (choć niektóre algi tworzą twarde naskorupienia). W obrębie przyrostów rocznych widoczne



Ryc. 1. Progi trawertynowe potoku Zmornica k. Kwaczały (oznaczenia glonów – prof. J. Siemińska).

1 – trawertyn wątrobowy, 2 – trawertyn mchowy, 3 – tuf z Phormidium i Gongrosira, 4 – margle, dolomity i wapień retu, 5 – arkoza kwaczałska.

Fig. 1. Travertine thresholds in the Zmornica stream near Kwaczały (algae as identified by J. Siemińska).

1 – spongy travertine, 2 – moss travertine, 3 – tufa with Phormidium and Gongrosira, 4 – Rhaetian marls, dolomites and limestones, 5 – Kwaczała arcose.

jest zróżnicowanie sezonowe. Warstwy gęste, bujniejsze z licznymi śladami po plechach tworzą się wiosną, gdy następuje silny wzrost alg i intensywne wytrącanie CaCO_3 . Warstwy letnie są bardziej porowate, ślady plech są nieliczne, wzrasta też zawartość allochemów w obrębie mat (6, 8, 26). Okres zimy zaznacza się osadzeniem cienkiej, jasnej warstewki mikrytowej bez odlewów glonów lub też lokalnym rozpuszczeniem warstw starszych, wynikającym ze spadku pH w mikrośrodowisku wskutek działalności bakterii saprofitycznych. Wapień powstałe w wyniku działalności alg proponuję określić jako **tufy wapienne**.

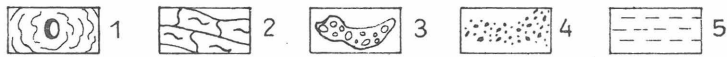
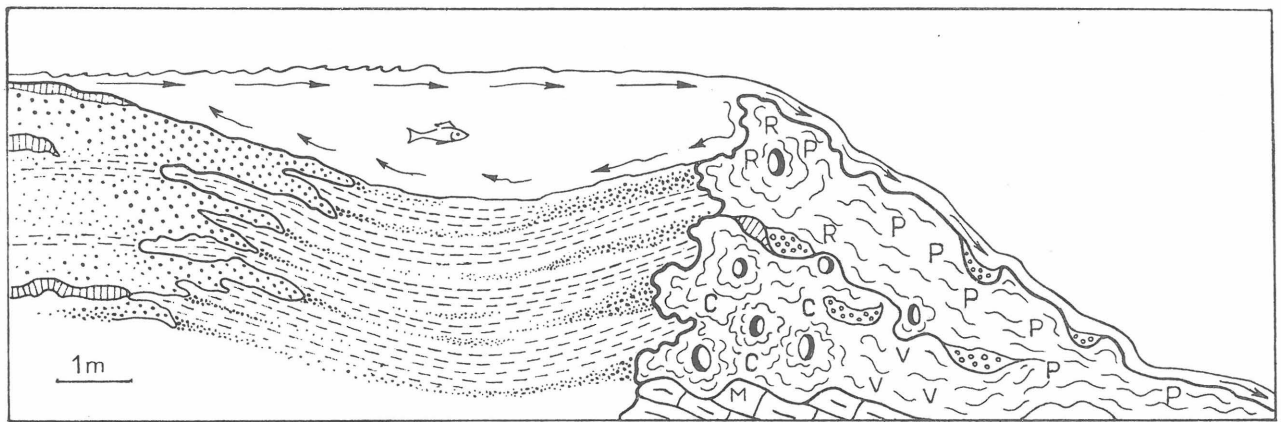
Bardzo często sinice i glony budują onkoidy, o wymiarach do kilku centymetrów i kształtach od regularnie sferycznych, gdy są w stałym ruchu, do zupełnie nieregularnych, gdy poruszane są okresowo, jak np. w epizodycznych dopywach Wilgi k. Krakowa (ryc. 7). Algi wraz z niektórymi bakteriami heterotroficznymi mają znaczny udział w tworzeniu peloidów i mułów wapiennych, stanowiących dużą część osadów martwicowych. Dokładne określenie tego udziału jest trudne ze względu na to, że część tych utworów pochodzi z niszczenia starszych skał węglanowych (w tym także martwic).

TYPY GENETYCZNE MARTWIC WAPIENNYCH

Na podstawie omówionych wyżej różnorodnych warunków powstawania martwic oraz badań laboratoryjnych autor proponuje przyjęcie następującej klasyfikacji i nomenklatury dla tych utworów.

Martwica wapienna – pojęcie ogólne, określające różne autogeniczne osady wapienne, wytrącone z mobilnych, słodkich wód, w warunkach subaerycznych. Do utworów tych należą:

1. Tuf wapienny (ryc. 4, 5, 6) – lekki, silnie porowaty, warstwowany, często kruchy wapień pochodzący z wytrącenia węglanu wapnia wskutek fizjologicznych procesów glonów. Tworzy się zarówno przy wyższym, jak i niższym pH. Cechuje się równomierną porowatością. Pory ze względu na małe rozmiary są bardzo wolno wypełniane osadem diagenetycznym. Zbudowany głównie z kalcytu mikrytowego i mikrosparytowego, ułożonego kon-

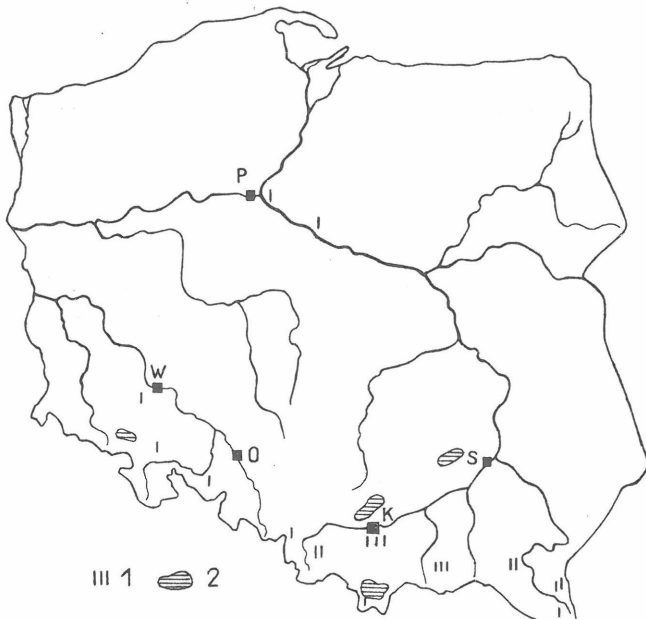


Ryc. 2. Bariera tufowa w dolinie Raclawki.

1 – tufy algowe, 2 – trawertyny, 3 – onkoidy, 4 – żwiry i piaski wapienne, 5 – muły. Glony: P – Phormidium, R – Rivularia, C – Cladophora, V – Vaucheria, M – mchy.

Fig. 2. Tufa barrier in Raclawka stream valley.

1 – algal tufas, 2 – travertines, 3 – oncoids, 4 – gravels and calcareous sands, 5 – muds. Algae: P – Phormidium, R – Rivularia, C – Cladophora, V – Vaucheria, M – mosses.



Ryc. 3. Występowanie martwic wapiennych w Polsce.

1 – wystąpienia sporadyczne, 2 – obszary licznych stanowisk martwic.

Fig. 3. Distribution of calcareous sinters in Poland.

1 – occasional occurrences, 2 – areas with numerous sinter localities.

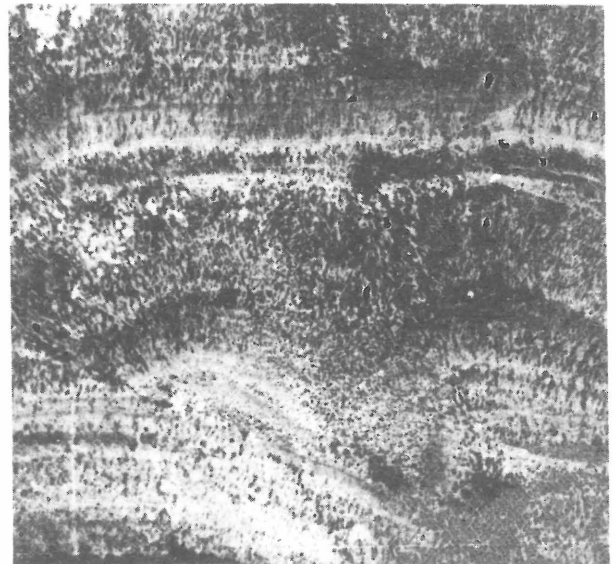
centrycznie dookoła plech. Często są zabarwienia tlenkami żelaza i manganu. Zawierają czasem niewielkie domieszki detrytycznego kwarcu i minerałów ilastych. Wyraźne przyrosty roczne i sezonowe.

2. Trawertyn (ryc. 9, 10) – w stanie suchym twardy o dużej, nierównomiernej porowatości, odporny na niszczenie mechaniczne wapienie, wytrącony zarówno przy fizjologicznym udziale mszaków, jak i abiologenicznie. Tworzy się w środowisku o niższym pH (5–7). Buduje ławice grubości 10–40 cm, nachylone pod różnym kątem w kierunku spływu wody. Czasem widoczne przyrosty roczne



Ryc. 4. Fragment maty tufu sinicowego. Bok kartki = 5 cm.

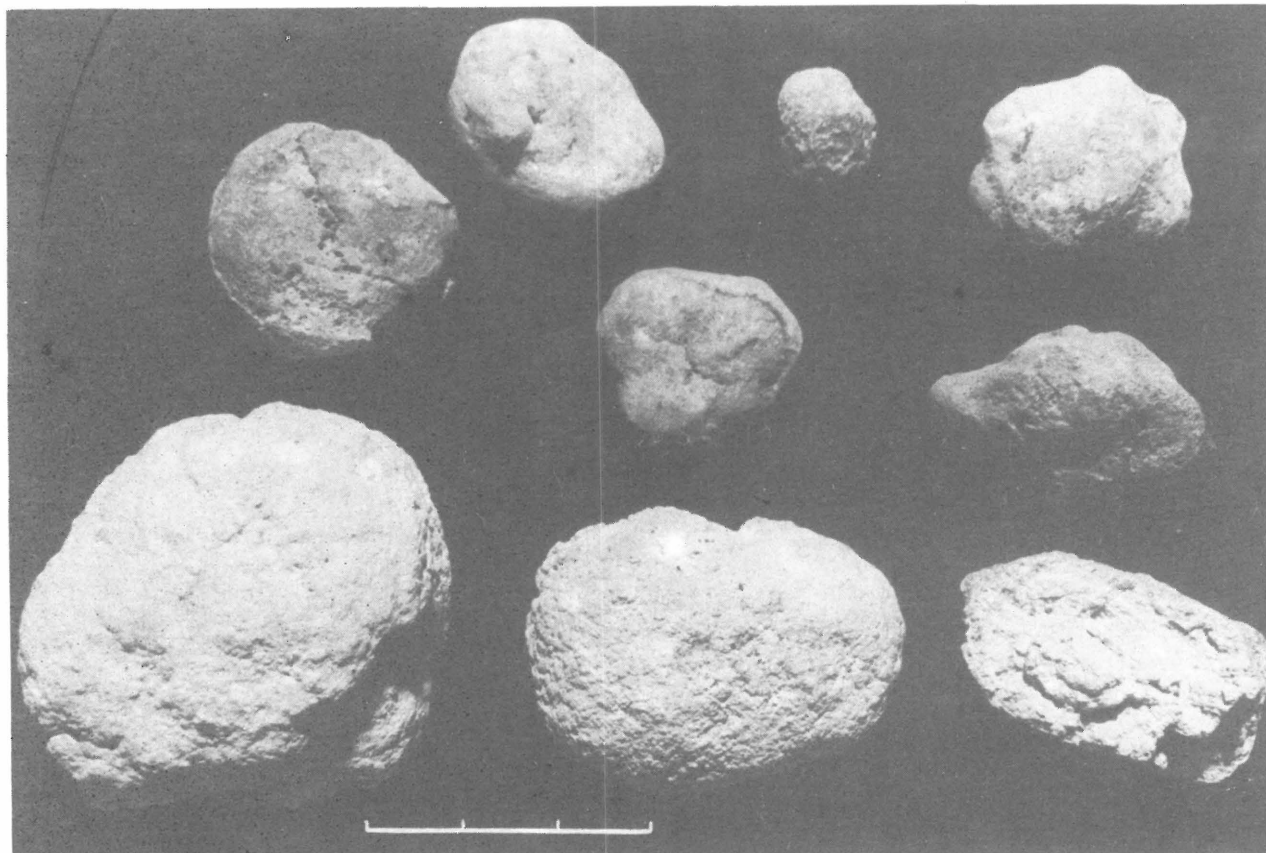
Fig. 4. Fragment of algal tufa mat. Slip of paper, 5 cm wide, is used as scale.



Ryc. 5. Tuf rivulariowy, pow. 3,2 ×.

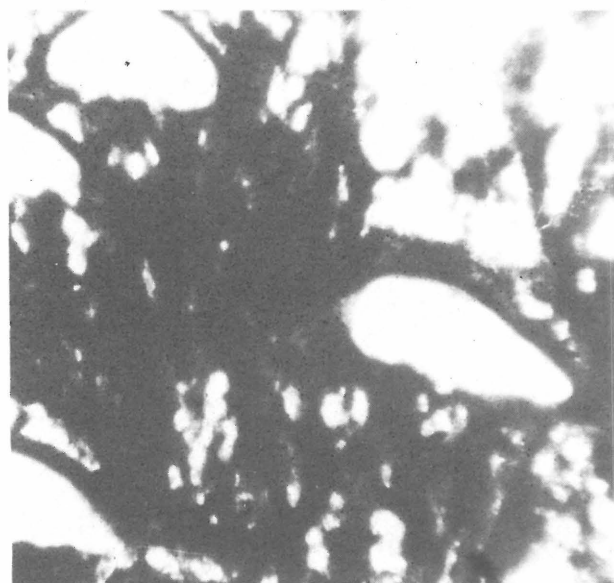
Fig. 5. Rivularia tufa, × 3.2.

o grub. 2–5 cm. Zbudowany z ziaren kalcytu o różnej wielkości, najczęściej jednak mikrotufów. W próżniach, w szybko postępującej diagenecie, cyrkulujące wody wy-



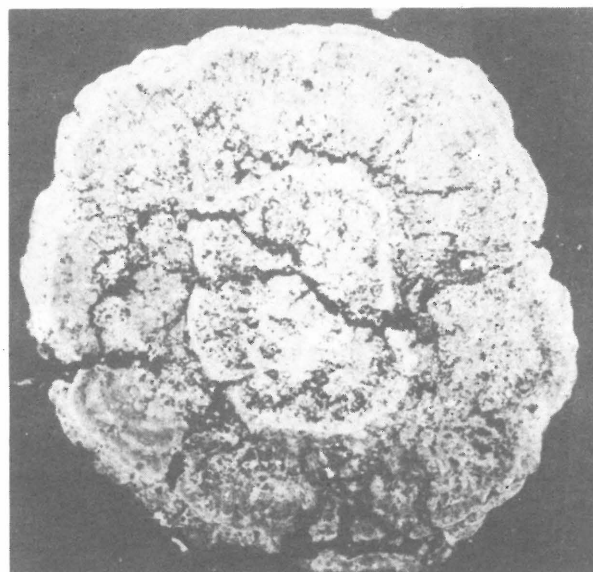
Ryc. 7. Onkoidy z Gongrosira, pow. 2 ×.

Fig. 7. Oncoids with Gongrosira, × 2.



Ryc. 6. Fragment tufu sinicowego ze śladami po rurkach Chironomidea. Płytkę cienką, pow. 35 ×.

Fig. 6. Fragment of algal tufa with traces of Chironomidea tubes. Thin section, × 35.



Ryc. 8. Onkoid sinicowy, pow. 4 ×.

Fig. 8. Algal oncoide, × 4.

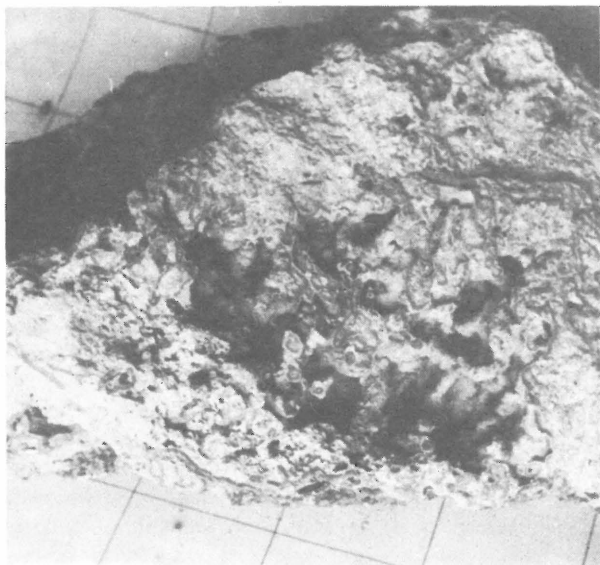
trącają kalcyt w postaci druz sparytu, kalcytu mozaikowego, bądź wypełnień mikrytowych. W większych pustkach powstają nacieki podobne do jaskiniowych, lecz tworzone przy dużym udziale bakterii i sinic. Może być zupełnie pozbawiony materiału detrytycznego, ale może też jedynie stanowić spoiwo zlepieńców.

3. Sinter wapienny (ryc. 11) – zwięzły, nieporowaty,

twardy wapień naciekowy wytrącony wyłącznie chemicznie, głównie w strefach źródłowych (często termalnych) oraz tworzący wtórne nacieki i naskorupienia w próżniach trawertynowych. Osadza się przy niższym pH niż inne sedymenty martwicowe. Zbudowany z różnych kryształów kalcytu – od mikrytu do 5 mm długości sparytu.

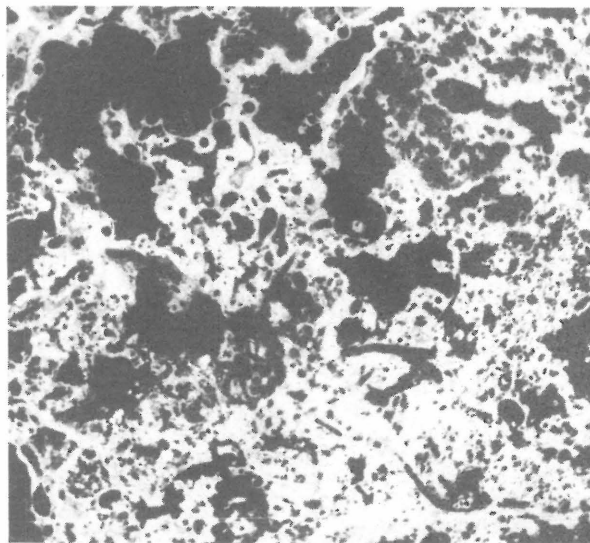
Inne osady martwicowe to:

Onkoidy (ryc. 7, 8) – o wymiarach sięgających kilku centymetrów i o różnym wykształceniu (por. 12). Zbudowane



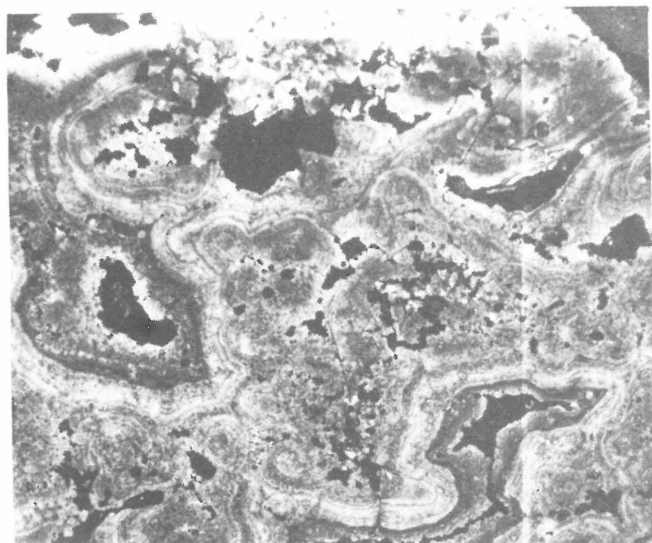
Ryc. 9. Trawertyn mchowy z próżnią wypełnioną naciekami wapiennymi, zmniejszenie 5 ×.

Fig. 9. Moss travertine with void infilled with calcareous dripstone, × 0.2.



Ryc. 10. Płytko cienka z trawertynu mchowego, pow. 3 ×.

Fig. 10. Moss travertine, thin section, × 3.



Ryc. 11. Płytko cienka z nacieku sintrowego, pow. 3 ×.

Fig. 11. Sinter dripstone, thin section, × 3.

są z mikrytu osadzonego na promieniście ustawionych nitkach alg. Silnie porowate. Udział submikrokryształicznego kalcytu ograniczony jest do warstw powstałych podczas toczenia po dnie. Powierzchnia często porowata, co wynika z lokalnego rozpuszczania przez bakterie i sinice (5). Czasem wśród plech tkwią okruchy minerałów allochtonicznych.

Peloidy (ryc. 12) — tworzą znaczną część masy utworów martwicowych, osiągają wymiary od kilku mikronów do kilku milimetrów. Na ogół bezstrukturalne. Pochodzą z bezpośredniego wytrącenia CaCO_3 z wody, lecz część może tworzyć się również z niszczenia starszych wapieni.

Muły węglanowe — powstałe w warunkach niskiej energii wody przez opad z zawiesiny, uwięźnięcie cząstek mineralnych wśród plech, alg itp. Zarówno w tworzeniu peloidów, jak i mułów pewien udział (słabo znany) mają niektóre bakterie heterotroficzne (11).

Dla scharakteryzowania martwicy, w miarę poznania

jej genezy wygodne jest używanie nazwy określającej jednocześnie sposób i środowisko tworzenia martwicy, np.: tuf sinicowy lub, po lepszym rozpoznaniu, tuf z *Phormidium*, ewentualnie tuf formidiowy itp.; trawertyn mchowy i dalej, trawertyn z *Cratoneuron* itd.

Omówionym, autochtonicznym osadom wapiennym towarzyszą często inne osady allochtoniczne, jak żwiry i okruchy skał podłoża, piaski i muły z różnym udziałem CaCO_3 , tworzone równoległe lub w okresie degradacyjnej zmiany warunków klimatycznych, hamującej rozwój procesów krasowych. W okresach ciepłych, ale suchych, rozwijają się gleby typu rędzin. Martwicom towarzyszą często gleby bagienne lub torfowiska.

WYSTĘPOWANIE MARTWIC WAPIENNYCH W POLSCE

Martwice wapienne, słabo dotychczas poznane na terenie Polski, są jednak dość rozpowszechnionym osadem (ryc. 3), szczególnie w obszarach o podłożu wapiennym, jak na terenie Wyżyny Krakowskiej (dorzecze Rudawy i Szreniawy), w Górach Świętokrzyskich (głównie rejon Opatów — Klimontów), w Pieninach, Sudetach (rejon Wojciszów — Bolków). Na obszarach tych martwice wapienne tworzyły się głównie w okresie optimum klimatycznego holocenu (atlantyk) oraz w subboreale. Obecnie zaś ich rozwój albo ustał całkowicie lub tworzą się one na niewielką skalę, w sprzyjających warunkach hydrochemicznych (np. Karwów, Kwaczała, Pieniny Zachodnie, Góry Kaczawskie), bądź w okresach cieplejszych pór letnich. Martwice wapienne, tworzące się współcześnie, występują często na obszarach fliszowych Karpat Zewnętrznych i Podhala, lecz ich rozwój i występowanie jest ograniczone głównie do stref wypływów wód zmineralizowanych, towarzyszących często strefom zaburzeń tektonicznych. Znaną są także holocenijskie martwice z rejonu Kujaw, gdzie źródłem węglanu wapnia były margle zwałowe (2, 24).

LITERATURA

1. Bögli A. — Karsthydrographie und physische Speläologie. 1978.
2. Brykczyński M., Skompski S. — Holo-

ceńska fauna mięczaków i martwice wapienne z Główny k. Dobrzyń n. Wisłą. Kwart. Geol. 1979 nr 2.

3. Gessner F. — Hydrobotanik, t. 2, 1959.
4. Golubic S. — Algenvegetation der Felsen. Eine ökologische Algenstudie im dinarischen Karstgebiet. 1967.
5. Golubic S. — The relationship between blue-green algae and carbonate deposits. [W:] Carr W. and Whitton B. (eds) *Biology of blue-green algae*, 1973.
6. Guerts M. A. — Genese et stratigraphie des travertins de fond de valle en Belgique. Actes de 94^e Congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences (0904). 1975.
7. Ikenbery W. J. — Relation of hydrogen-ion concentration to the growth and distribution of mosses. *Am. J. Botany*, 1936, t. 23.
8. Irion G., Müller G. — Mineralogy, petrology and chemical composition of some calcareous tufa from the Schwäbische Alb. Germany. [W:] Müller G., Friedman G. — Recent developments in carbonate sedimentology in Central Europe, 1968.
9. Jaag O. — Untersuchungen über die Vegetation und Biologie der Algen des nackten Gesteins in den Alpen, im Jura und schweizerischen Mittelland. *Beitr. Krypt. Flora Schweiz*, 1945.
10. Klimaszewski M. — *Geomorfologia ogólna*, PWN 1978.
11. Krumbein W. E. — Calcification by bacteria and algae [W:] Trudinger P. A., Swaine D. J. (eds): *Biogeochemical cycling of mineral — forming elements*, 1979.
12. Logan B., Rezak K., Ginsburg R. — Classification and environmental significance of algal stromatolites. *J. Geol.* 1964, no. 72.
13. Monty C. V. — The origin and development of cryptalgal fabrics. [W:] Walter M. R. — *Development in sedimentology 20 stromatolites*. 1976.
14. Nemejc F. — Vznik ruznych utvaru vapencovych sinteru v oblasti Ceskoslovenska, Madarska a Polska. *Veda prirodni* 8. 1927.
15. Pavletc Z. — Ekoloski odnosi briofitske vegetacije slapovima Plitvickich Jezera. *Acta bot. croat.* 1957, 16.
16. Pevalek J. — Der Travertin und die Plitvicer Seen. *Verh. Int. Ver. Limnol.* 1935, 7.
17. Pia J. — Die Kalkbildung durch Pflanzen. *Beih. Bot. Zlb. A* 52. 1934.
18. Pia J. — Theorien über Löslichkeit des kohlen-sauren Kalkes. *Mitt. Geol. Ges. Wien.* 46. 1953.
19. Picknet R., Bray L., Denner R. — The chemistry of cave water. [W:] Ford T. D. *Cullingford* (ed.). *The science of speleology*, 1976.
20. Pirsson L. V. — *A text book of Geology*, 1920.
21. Prat S. — Studie o biolithogenesi. Vapenite rasy a Cyanophyceae a jejich vyznam pri tvoreni travertinu. 1929.
22. Skompski S. — Czwartorzędowe martwice wapienne koło Fordonu. *Kwart. Geol.* 1961 nr 2.
23. Starmach K. — Cyanophyta — Sinice. *Flora słodkowodna Polski* 2. 1961.
24. Symoens J. J., Duvigneaud P., Vanden Berghen C. — Aperçu sur la vegetation des tufes calcaires de la Belgique, 1951.
25. Symoens J. J. — Les eaux douces de l'Ardenne et de regions voisines. Les milieux et leur vegetation algale. 1957.
26. Szulc J. — Czwartorzędowe martwice wapienne południowej części Wyżyny Krakowskiej. *Pr. magisterska* (Arch. Inst. N. Geol. UJ), 1980.

27. Twenhofel W. H. — *Treatise on Sedimentation*. 1926.
28. Wallner J. — Über die Betelung Kalkablagern Pflanzen bei der Bildung südbayerischer Tuffe. *Bibl. Bot.* 100, 1934.
29. White W. B. — Travertines [W:] Fairbridge R. W., Bourgeois J. *The Encyclopedia of Sedimentology*, 1978.

SUMMARY

The paper presents genetic-environmental classification of authigenic limestones originating in agitated fresh water, based on data concerning chemistry of environment and contribution of lower plants in precipitation of calcium carbonate. There were differentiated:

1) calcareous tufa, precipitated by algae in environments varying in pH values. It originates in waters with layer movement and stagnant and, sometimes, agitated ones. Tufa is built of light, highly but uniformly porous, often friable limestone composed of micritic and microsparitic calcite, concentrically arranged around thallus. Seasonal and annual increments, up to 2 cm in width, are well visible.

2) Travertine — hard, highly but nonuniformly porous limestone, precipitating on mosses preferring waters with low pH values (about 5–7), i.e. more acid than those favourable for algae — springs and waterfalls. Travertine forms layers 10–40 cm thick, sloping upstream under varying angle. Free spaces are soon infilled with diagenetic deposit. This limestone is built of calcite grains varying in size.

3) Sinter — hard, not porous limestone formed by dripping water, i.e. by chemical precipitation only, mainly in spring (including thermal spring) zones and forming secondary dripstone and incrustations in free spaces in travertines. It originates in lower pH than fresh-water limestones and it is built of calcite crystals varying in size from micrite to 5 mm sparite.

4) Oncoids, varying in size and mode of development depending on the rate and type of transport. They are built of micrite precipitating on radially arranged or laying algal filaments and they are strongly porous.

5) Peloids and calcareous muds, forming a large part of fresh-water limestone deposits. They are usually structureless and their origin is connected with direct precipitation of CaCO₃ from water or destruction of older limestones. Algae and heterotrophic bacteriae have important contribution in their formation.

РЕЗЮМЕ

Автором была разработана генетически-средовая классификация автигенных известняков осажённых в мобильных континентальных водах, основанная на химизме воды и участии низших растений в оседании карбоната кальция. Выделены:

1. Известковые туфы осажённые в результате деятельности водорослей как при низшим так и при высшим рН. Они образуются в водах со слоистым движением а также в стагнирующих водах. Редко встречаются при турбулентном движении воды. Осадком образующим туфы является лёгкий, сильно и равномерно пористый, часто хрупкий известняк, состоящий из микритового и микроспаритового кальцита, концентрически расположенного вокруг плех. В этих туфах видны сезонные и годовичные приросты толщиной до 2 см.