

EWA RONIEWICZ i PIOTR RONIEWICZ

Powierzchnia twardego dna w utworach koralowych kimerydu Gór Świętokrzyskich

STRESZCZENIE: W stropie ławicy z koralami występującej w poziomie *Ataxioceras hypselocyclus* dolnego kimerydu, w południowym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich, znaleziona została powierzchnia twardego dna. Jest to powierzchnia nieciągłości sedimentacyjnej, powstała w wyniku zahamowania sedimentacji, spowodowanej wypełnieniem zbiornika w tej strefie, prawie do lustra wody, przez wzrastające kolonie koralu i towarzyszące im osady wapienne. W czasie przerwy w sedimentacji odbywał się proces korozji chemicznej dna oraz korozja szkieletów koralu w tych miejscach, gdzie kontaktowały one z dnem. Rozpatrzony został przebieg sedimentacji zespołu osadów z koralami oraz wpływ zarośli koralowych na powstawanie osadów im towarzyszących.

WSTĘP

W strefie wychodni górnej jury na południowym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich obserwować można charakterystyczną ławicę z koralami, która odsłonięta jest w małych łomach koło wsi Brzegi (pl. I, fig. 2) oraz w odsłonięciach na szczycie wzgórza koło wsi Żerniki (fig. 1). Po między tymi miejscowościami znajduje się w zwiertzelinie okruchy skały koralowych, co wskazuje, że ławica ciągnie się na przestrzeni około 4,5 kilometra (vide E. Roniewicz 1966, s. 166). Według J. Kutka (1968) pozycja stratygraficzna rozważanej ławicy przypada na poziom *Ataxioceras hypselocyclus* dolnego kimerydu.

CHARAKTERYSTYKA ŁAWICY KORALOWEJ

Na podstawie analizy dostępnych odkrywek stwierdzić można, że ławica z koralami spoczywa na wapieniu pasiastym, składającym się

z naprzemianległych warstw wapienia pelitowego i oolitów, często warstwowanych skośnie. Miąższość ławicy wynosi około 2 m. Wyróżnić można w niej kilka zespołów osadów (fig. 1 oraz pl. I, fig. 2). U dołu ciągnie się regularna warstwa wapienia oolitowego o miąższości 20 cm, w której tkwią w pozycji przyżyciowej masywne kolonie *Heliocoenia (Decahelio-coenia) variabilis* Etallon. Powyżej występują skupienia koralu gałązkowych *Calamophylliopsis stockesi* (M.-Edwards & Haime), również w pozycji przyżyciowej. Skupienia te mają charakter nieregularnych, zlewających się soczewek. Są one głównym elementem tworzącym ławicę koralową. Skupienia koralu otoczone są wapieniem pelitowym zawierającym zmienne ilości domieszek wapiennego detrytusu organicznego, miejscami przechodzącym w wapień detrytyczny z nieregularnymi onkoidami wapiennymi. Występują tu nieregularne szerokie kanały, wśród których, obok innych trudnych do zidentyfikowania, rozpoznać można kanały utworzone przez skorupiaki (por. Lessertisseur 1955, pl. XXI, fig. 1). Organizmy te ryją chodniki w miękkim, plastycznym osadzie.

Pomiędzy gałązkami kolonii występuje wapień pelitowy z nieznacznymi domieszkami bardzo drobnego detrytusu organicznego. Górna granica ławicy z koralami ma charakter wyraźnej płaskiej powierzchni, o typie twardego dna, która ścina szczyty skupień koralu gałązkowych oraz osady wypełniające przestrzeń między nimi (fig. 1 i pl. I, fig. 2). Powierzchnia ta, jak wynika z obserwacji w odkrywkach jak i fragmentów skał z koralami znajdujących w zwietrzelinie, występuje na całej przestrzeni zajętej przez wychodnie ławicy z koralami.

CHARAKTERYSTYKA TWARDEGO DNA I ZWIĄZANYCH Z NIM STRUKTUR

Powierzchnia występująca w stropie ławicy koralowej jest ogólnie biorąc płaska (fig. 1 i pl. I, fig. 2). Z bliska stwierdzić można na niej rozmaite płytkie i obłe, nieregularne zagłębienia. Miejscami przytwierdzone są do niej muszle drobnych ostryg (*Ostrea* s. s.).

Na rozpatrywanej powierzchni widać ujścia kilku typów kanałów. Najliczniejsze kanały występują w miejscach, gdzie szczyty skupień koralu gałązkowych dochodzą do powierzchni. Niekiedy na ściankach kanałów zachowane jest urzeźbienie odpowiadające zewnętrznym żebrům poszczególnych gałązek (pl. II, fig. 3). Kanały znajdują się ściśle w przedłużeniu gałązek koralu, odpowiadają im kształtem i wielkością. Fakty te wskazują, że kanały powstały w wyniku rozpuszczenia i wypłukania szkieletów koralu w okresie, gdy osad wypełniający przestrzeń między gałązkami kolonii był już zlitifikowany.

Inne kanały to wydrążenia małżów *Lithophaga* sp., w których często zachowane są ich muszle (pl. I, fig. 1), oraz wieloszczetów *Potamilla* sp.,

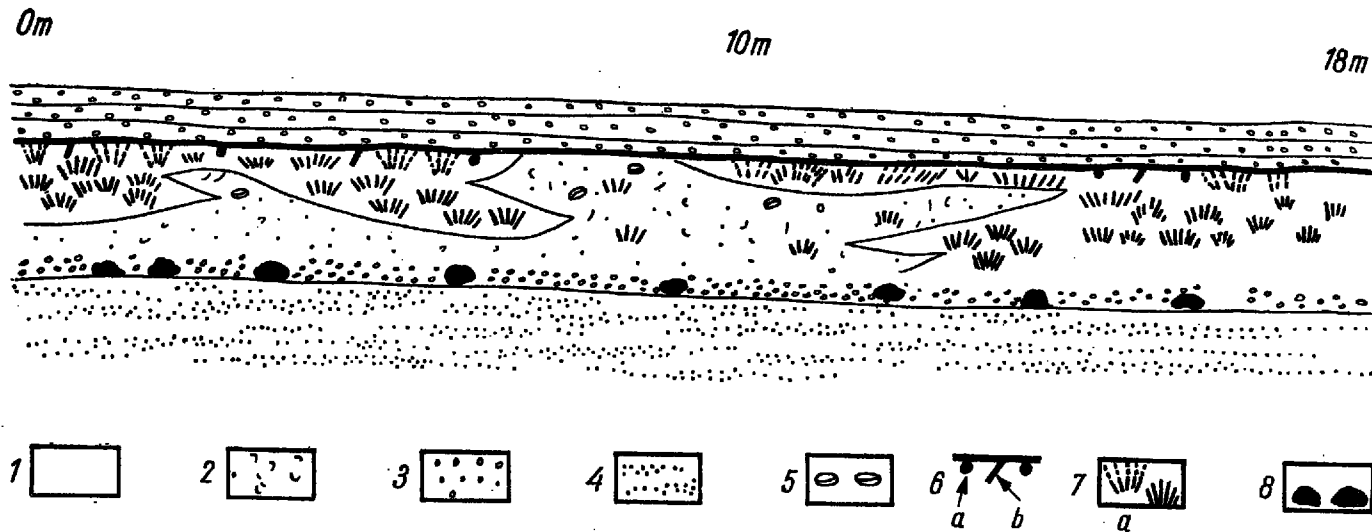


Fig. 1

Schematyczny szkic ławicy z koralami i osadów jej towarzyszących, odsłoniętych w okolicy Żerniki

1 wapień pelitowy, 2 wapień pelitowy z domieszką detrytusu organicznego, 3 wapień oolityczny, 4 wapień paslasty, 5 onkolity wapienne, 6 twarde dno z wydrążeniami skalotoczy (a *Lithophaga* sp., b *Potamilla* sp.), 7 kolonie *Calamophylliopsis stockesi* (a kolonie z częściowo rozpuszczonymi gałązkami), 8 kolonie *Heliocoenia* (*Decaheliocoenia*) *variabilis*

Coraliferous layer and associated sediments exposed at Żerniki

1 pelitic limestone, 2 pelitic limestone with admixture of organic detritus, 3 oolitic limestone, 4 banded limestone, 5 onkolites, 6 hard ground with borings of lithophags (a *Lithophaga* sp., b *Potamilla* sp.), 7 colonies of *Calamophylliopsis stockesi* (a colonies with partly dissolved branches), 8 colonies of *Heliocoenia* (*Decaheliocoenia*) *variabilis*

które tworzą cienkie i długie wydrążenia o kolistym przekroju (pl. II, fig. 3). Oba te skałotocze znajdowane były tylko w twardych wapieniach wypełniających przestrzenie między gałązkami koralami. Ich wydrążenia występują tylko w powierzchni twardego dna. Czasem widać, że przecinają wypełnione kanały po rozpuszczonych koralach, co wskazuje, że są one od nich młodsze.

Kanały po rozpuszczonych koralach i puste wydrążenia skałotoczy wypełnione są wapieniem pelitowym lub oolitowym. Materiał wypełniający różni się strukturą a czasem także i barwą od skały otaczającej (pl. II, fig. 1 i 3) i od osadów przykrywających. W partiach odkrywek narażonych na silniejsze wietrzenie, oolity wypełniające kanały po koralach ulegają obecnie wypłukaniu, w wyniku czego skała przypomina plaster miodu (pl. II, fig. 2).

PRZEBIEG I ŚRODOWISKO SEDYMENTACJI

Zespoły koralali z kimerydu i osady im towarzyszące powstawały w warunkach płytkomorskich. Wskazuje na to charakter koralali (E. Roniewicz 1966) i fauna im towarzysząca. Podobne środowisko panowało w trakcie powstawania ławicy koralowej z Brzegów i Żernik. W początkowej fazie sedymentacja opisywanego zespołu odbywała się przy udziale dość intensywnego ruchu wody. Miara intensywności falowania może być fakt, że bochenkowate kolonie *Heliocoenia (Decaheliocoenia) variabilis* mają powierzchnię kielichową pozbawioną ornamentacji właściwej temu rodzajowi. Zeszlifowanie tej powierzchni nastąpiło w wyniku szorowania kolonii poruszanych przez falowanie piaskiem oolitowym. Znajdujące się wyżej skupienia koralali gałązkowych *Calamophylliopsis stockesi* wzrastały w podobnych warunkach, jednak falowanie było wtedy znacznie słabsze. Intensywny ruch wody spowodowałby tutaj pokruszenie delikatnych i sztywnych gałązek ich kolonii. Nie stwierdzono tymczasem nigdzie nagromadzeń okruchów koralowych o charakterze talusa. Nieliczne ułamki koralali występują jedynie w jądrach niektórych onkoidów. Przyjąć można, że jedyny możliwy ruch wody polegał na przemieszczaniu się wody pomiędzy gałązkami kolonii z energią na tyle ograniczoną, że prawie wcale nie następowało kruszenie gałązek. Taki typ falowania możliwy jest na głębokości poniżej kilkumastu metrów lub na rozległej płyciźnie, gdzie w cienkiej warstwie wody nie mogą tworzyć się duże fale. W omówionym przypadku wydaje się, że należy przyjąć tę drugą możliwość.

Równoległe ze wzrostem krzaczastych kolonii koralali tworzących zarośla odbywała się sedymentacja pelitu wapiennego, z którego najdelikatniejsza zawieszina była zatrzymywana pomiędzy gałązkami kolonii. Poza koloniami do osadu dostawały się szczątki organiczne namiecione

z sąsiedztwa przez słabe falowanie i prądy. Pomiedzy skupieniami koralu znajdowały się niewielkie, nieco głębsze baseny osłonięte zaroślami koralowymi. Tworzyły się tu nieregularne, walcowatego kształtu onkoidy dochodzące niekiedy do 2,5 cm długości. Ich obecność oraz zwiększona ilość domieszek detrytycznych w sąsiedztwie wskazują, że ruch wody był tu intensywniejszy niż w obrębie zarośli koralowych. Nieregularny kształt i zła selekcja onkoidów wskazują, że powstawały one w wodzie mniej ruchliwej niż regularne, sferyczne onkoidy tworzące wyraźne ławice w dolnym kimerydzie np. Celin lub Kodrąbia (vide [Kutek & Radwański 1965, 1967]).

Po powstaniu wymienionych utworów nastąpiło zahamowanie sedymentacji, najpierw w strefie szczytów skupień koralowych, które znalazły się blisko lustra wody, a nieco później w zagłębieniach między nimi. Osady między gałązkami koralowymi ulegają dość szybkiej lityfikacji. W strefach pomiędzy skupieniami lityfikacja przebiega nieco wolniej, co zezwala przez pewien czas na działalność organizmów ryjących. Tam, gdzie skupienia koralu gałązkowych dochodzą do dna, rozpoczyna się rozpuszczanie ich aragonitowych szkieletów. Proces ten mógł przebiegać przy wynurzeniu, względnie przy bardzo cienkiej pokrywie wodnej. Stwierdzić jednak trzeba, że nie znaleziono żadnych dowodów wskazujących na możliwość wynurzenia. Przyjąć zatem wypada drugą z wymienionych możliwości.

Jak wynika ze współczesnych danych, pH wody morskiej wynosi około 8. Powierzchniowa warstwa wody w ciepłych morzach może dość znacznie zmieniać pH pod wpływem parowania i silnych deszczów, a parowanie prowadzi do koncentracji roztworów i wytrącania się węglanu wapnia. Rozcieńczenie wody morskiej opadami deszczowymi powoduje spadek koncentracji roztworu i obniżenie się pH w stronę wartości roztworu obojętnego. Gdy woda jest bardzo płytka, przypowierzchniowa warstwa rozcieńczonej wody może powodować rozpuszczanie osadów wapiennych na dnie. Wydaje się, że właśnie taka przyczyna spowodowała korozję szkieletów koralu w Brzegach i Żemiłkach. Szkielety koralu ulegały znacznie szybszemu rozpuszczaniu niż osad wapienny pomiędzy nimi, dzięki czemu kanały po rozpuszczonych gałązkach sięgają do głębokości nawet 30 cm, licząc od powierzchni twardego dna.

Powyższa interpretacja zjawisk znajduje potwierdzenie we współczesnych obserwacjach osadów wapiennych z koralami na Wyspach Mariańskich (por. Cloud 1959). Według tego autora w strefie pływów morza tropikalnego rozpuszczanie węglanu wapnia przez wodę morską jest zjawiskiem powszechnym. Wahania pH w tej strefie odbywają się w rytmie dobowym, wywołane fotosyntezą i oddychaniem roślin wodnych. Dniem przeważa sedymentacja, gdyż rośliny asymilują CO_2 . W nocy przeważa proces rozpuszczania osadu. Efekt sedymentacji dziennej jest likwidowany też przez prądy i falowanie, które wymiatają drobną zawiesinę węglan-

nu wapnia wytrąconą z wody. Drugim ważkim czynnikiem, który powoduje obniżanie pH jest właśnie wpływ wód opadowych. Obserwowano, że silne opady powodują znaczne rozpuszczanie węglanu wapnia. Jak podkreśla Cloud (op. cit.), rozpuszczanie osadów wapiennych w tej płytkiej strefie jest zjawiskiem, które często przeważa nad ich sedymentacją. Kryształiczny aragonit typu koralowego ulega przy tym łatwiej rozpuszczeniu niż pelitowy szlam wapienny. Opisywana ławica koralowa nie znajdowała się wprawdzie w strefie przybrzeżnej, ale tworzyła rozległą płytką śródmorską pokrytą cienką warstwą wody, na której obok koralu rosły sinice i inne rośliny, podobnie jak dzieje się to współcześnie na płytkach ciepłych mórz (por. Newell et al. 1959). Były zatem spełnione warunki fizykochemiczne i biologiczne sprzyjające procesowi rozpuszczania.

W trakcie, gdy następowała korozja koralu i w mniejszym stopniu dna, rozpoczęły swą działalność skałotocze. Ich obecność wskazuje, że osad był wtedy silnie stwardniały. Po pewnym czasie następuje wznowienie sedymentacji pelitu wapiennego i drobnych oolitów, które wypełniają w pierwszym rzędzie kanały po rozpuszczonych koralach i wydrążenia skałotoczy. Wznowienie sedymentacji wynikało z obniżenia dna lub podwyższenia poziomu wody. Obecność oolitów, których warstwa przykrywa powierzchnię twardego dna, wskazuje na wznowienie ruchu wody.

Opisana powierzchnia jest typowym przykładem powierzchni nieciągłości sedymentacyjnej. Fakt, że osad na dnie uległ tu lityfikacji i że przebiegały tutaj procesy korozji chemicznej, wskazuje, że — w przeciwieństwie do innego typu powierzchni nieciągłości sedymentacyjnych opisanych z dolnego kimerydu Bukowej (P. Roniewicz 1967) — jest to powierzchnia o typie twardego dna.

PODSUMOWANIE

Analiza sedymentologiczna ławicy z koralami oraz osadów jej bezpośrednio towarzyszących nasuwa kilka wniosków ogólniejszych dotyczących sposobów oraz tempa sedymentacji osadów kimerydu w omawianym rejonie. Jak wynika z przedstawionych faktów, sedymentacja osadów zawierających koralu odbywała się w środowisku płytkowodnym. Płytkowodne środowisko sedymentacji wynika także z analizy profilu ze zmarszczkami symetrycznymi i powierzchniami nieciągłości sedymentacyjnej opisanego z Bukowej (P. Roniewicz 1967), a także z analizy rozkładu facji w kimerydzie całego południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich (Kutek 1968). Płytkowodność staje się przyczyną nierównomiernego tempa sedymentacji. Co pewien czas niektóre strefy w zbiorniku wypełniają się na tyle, że dalsza sedymentacja staje się utrudniona. Zahamowania sedymentacji zaznaczają się w postaci powierzchni nieciąg-

łości sedymentacyjnych różnego typu. Raz są to powierzchnie pokryte zmarszczkami, w innych miejscach powierzchnie o typie korozyjnym lub ze śladami słabego rozmywania przez prądy (P. Roniewicz 1967). Pewną miarą długotrwałości tych przerw jest stopień diagenety osadu na powierzchni dna. Na niski stopień diagenety wskazują pelitowe intraklasty, które powstały z rozmycia słabo zdiagenezowanych ławiczek pelitowych. Wyższy stopień diagenety osiągnęły osady, na powierzchni których rozwijały działalność skałotocze. Powierzchnie tego typu nie są jednak zbyt częste, przykładem jest opisana powierzchnia w stropie ławicy koralowej, a także powierzchnia opisana z dolnego kimerydu w Celinach (Kutek & Radwański 1967).

Przyczyną zahamowania sedymentacji w rejonie Brzegów i Żernik był zapewne wzrost krzacastych kolonii koralu. Utworzyły się tu podwodne zarośla, które rozczłonkowały płytki zbiornik na szereg mniejszych basenów. W strefach, gdzie szczyty kolonii dochodziły prawie do lustra wody, sedymentacja została przerwana najwcześniej. W obniżeniach między koloniami trwała ona natomiast nieco dłużej. W obszarach zaś poza skupieniami koralowymi sedymentacja odbywała się zapewne w sposób nieprzerwany. Zarośla koralowe swoją obecnością powodowały zróżnicowanie sedymentacji, zarówno pod względem typu osadów jak i tempa ich powstawania. Byłby to jeden z przykładów biernego oddziaływania zespołu organicznego na przebieg sedymentacji, tak charakterystycznego we współczesnych ciepłych i płytkich morzach (por. Ginsburg & Lowenstam 1958, Newell et al. 1959). Podobną rolę spełniały w morzu jurajskim masy piasków oolitowych naniesionych w formie rozległych wałów i nasypów, w których obserwuje się skośne warstwowanie. Masy oolitów nagromadzone na płycznach powodowały okresowe, krótkotrwałe zmiany konfiguracji dna, różnicując je na mniejsze strefy, w których sedymentacja przebiegała odmiennymi sposobami (inf. ustna dr J. Kutka). Masy te powodowały także powstawanie powierzchni nieciągłości sedymentacyjnych. Rozpatrywane utwory koralowe tworzyły natomiast niewątpliwie strukturę bardziej długotrwałą i dłużej utrzymującą się w formie płyczny. Dzięki temu powierzchnia nieciągłości sedymentacyjnej o charakterze twardego dna jest w ich stropie szczególnie dobrze wykształcona.

*Zakład Paleozoologii
Polskiej Akademii Nauk*

*Zakład Geologii Dynamicznej
Uniwersytetu Warszawskiego
Warszawa 22, Al. Żwirki i Wigury 93
Warszawa, w październiku 1967 r.*

LITERATURA CYTOWANA

- CLOUD P. E., Jr. 1959. Geology of Saipan, Mariana Islands. Part IV. Submarine Topography and Shoal-Water Ecology. — U. S. Geol. Surv., Prof. Paper 280-K, Washington.
- GINSBURG R. N. & LOWENSTAM H. A. 1958. The influence of marine bottom communities on the depositional environment of sediments. — *J. Geol.*, vol. 66, no. 3. Chicago.
- KUTEK J. 1968. Kimeryd i najwyższy oksford południowo-zachodniego obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich. Część I Stratygrafia (Kimmeridgian and Uppermost Oxfordian deposits of the Holy Cross Mts. Part I Stratigraphy). — *Acta Geol. Pol.*, vol. 18, no. 3. Warszawa.
- KUTEK J. & RADWAŃSKI A. 1965. Upper Jurassic onkolites of the Holy Cross Mts. (Central Poland). — *Bull. Acad. Pol. Sci., Sér. Sci. Géol. Géogr.*, vol. 13, no. 2. Varsovie.
- KUTEK J. & RADWAŃSKI A. 1967. Problematyka sedimentologiczna poziomu onkolitowego w dolnym kimerydzie Celin (Sedimentological problems of Lower Kimmeridgian onkolitic horizon at Celiny in the Holy Cross Mts.). — *Rocz. P. T. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pol.)*, t. 37, z. 2. Kraków.
- LESSERTISSEUR J. 1955. Traces fossiles d'activité animale et leur signification paléobiologique. — *Mém. Soc. Géol. France, N. sér.*, vol. 34, fasc. 4. Mémoire no. 74. Paris.
- NEWELL N. D., EMBRIE J., PURDY E. G. & THURBER D. L. 1959. Organism communities and bottom facies, Great Bahama Bank. — *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, vol. 117, no. 4. New York.
- RONIEWICZ E. 1966. Les madréporaires du Jurassique supérieur de la bordure des Monts de Sainte-Croix, Pologne. — *Acta Palaeont. Pol.*, vol. 11, no. 2. Warszawa.
- RONIEWICZ P. 1967. Ripple marks in the Upper Jurassic limestones of the Holy Cross Mts. — *Bull. Acad. Pol. Sci., Sér. Sci. Géol. Géogr.*, vol. 15, no. 2. Varsovie.

E. RONIEWICZ & P. RONIEWICZ

**HARD GROUND IN THE CORALIFEROUS KIMMERIDGIAN DEPOSITS
OF THE HOLY CROSS MTS. (CENTRAL POLAND)**

(Summary)

ABSTRACT: Presence of a hard ground was stated in the top of the coraliferous layer in the Lower Kimmeridgian of the Holy Cross Mts. Its origin is due to a gap in deposition, which was caused in turn by the filling up of the basin almost to the water mark by growth of coral bunches and by associated sediments. During the gap the corrosion processes started both of the sea floor and of coral skeletons in places where the tops of coral

branches contacted with the sea floor. This corrosion was caused by pH changes, which are characteristic of shoals, and took place mainly after rainfall. The influence of coral bunches on the sedimentation and the deposition of associated sediments is also discussed.

INTRODUCTION

Among the coraliferous deposits of the Lower Kimmeridgian in the southern margin of the Holy Cross Mts. (Central Poland) a layer calls for particular attention because of a hard ground in the top. It is situated within the *Ataxioceras hypselocyclum* zone. Outcrops of the layer are traceable along about 4.5 km in the vicinity of Brzegi and Żerniki villages, south of Kielce.

CHARACTERISTICS OF THE CORALIFEROUS LAYER

Faceloid colonies of *Calamophylloopsis stockesi* (M.-Edwards & Haime) in life positions are the chief component of this layer. They form (E. Roniewicz 1966) irregular concentrations in the shape of interconnected lenses (comp. fig. 1 and pl. I, fig. 2). Pelitic limestone occurs inbetween the coral branches. The coral lenses are separated by pelitic limestone with an admixture of organic debris. In places this limestone passes into detrital limestone. The latter contains cylindrical onkolites attaining 2.5 cm in length. Underneath occurs a continuous layer of oolitic limestone with massive colonies of *Heliocoenia (Decaheliocoenia) variabilis* Etallon.

Tops of faceloid coral bunches and intervening deposits are cut by a flat hard ground surface. In places where the coral colonies contact with this surface, the coral branches are dissolved to a depth of 30 cm from the hard ground surface (fig. 1; pl. I, fig. 2; pl. III, figs. 1 and 3). The canals after dissolved coral branches are filled up with calcareous pelite or with oolites. The hard ground surface was bored by lithophages: pelecypods *Lithophaga* sp. and polychaetes *Potamilla* sp. (pl. I, fig. 1; pl. II, fig. 3). Such borings were found only in close vicinity of corals, in hard pelitic limestone. Numerous small shells of *Ostrea* s.s. are attached to the surface. In less compact detrital limestone with onkolites there occur irregular canals (comp. Lessertisseur 1955, pl. XXI, fig. 1) filled up with sediment. The canals were probably made by crustaceans which burrowed in a still soft sediment.

ORIGIN OF THE HARD GROUND

The hard ground surface has developed in result of growth of faceloid coral colonies together with calcareous deposition inbetween the coral branches and in the close vicinity of coral concentrations. These phenomena have caused the filling up of the basin almost to the water mark followed by slowing of sedimentation. The area of the coraliferous layer was a shallow, marine shoal, where the dissolution processes of the sea floor and of the coral skeletons occurred. The dissolving was caused by pH changes in a thin water layer that covered the shoal. The pH changes resulted from dilution of sea water by rainfall and from diurnal pH variations caused by the presence of plants (cf. Cloud 1950). The dissolving of aragonitic coral skeletons was much more rapid than that of calcareous pelite, filling up the interspaces. In the final stage of this process the sea floor was inha-

bited by lithophags. Their presence points to the fact of a firm diagenesis of the deposits. After some time the sedimentation started again and the canals after coral branches and lithophag borings were filled up with sediment. The presence of an oolite layer on the hard ground indicates the re-starting of water movements this being a result of a slight deepening of the basin.

CONCLUSIONS

The character of corals (E. Roniewicz 1966), the occurrence of ripples and other discontinuity surfaces (P. Roniewicz 1967) and general facies distribution (Kutek 1968) show that Kimmeridgian deposits of the described area were formed under shallow water conditions. An analysis of the coral layer indicates a further shallowing of the sea during its formation, whose maximum was reached when the hard ground developed. Interruptions in deposition resulting in the formation of sedimentary discontinuities had taken place also in other Lower Kimmeridgian levels. The character of these discontinuities depends on the duration of the sedimentary gap and on the nature of the bottom sediment. Short interruptions caused the formation of rippled surfaces or corrosion surfaces on which occur concentrations of small intraclasts resulting from disruption of half-plastic pelitic layers (cf. P. Roniewicz 1967). Typical hard ground surfaces are rare, since long sedimentary gaps are a prerequisite for their development. These conditions prevailed in the area of the occurrence of coral bunches because the latter, together with associated sediments, formed a shallow marine shoal of relatively long duration.

*Palaeozoological Institute
of the Polish Academy of Sciences
and*

*Laboratory of Dynamic Geology
of the Warsaw University
Warszawa 22, Al. Zwirki i Wigury 93
Warsaw, October 1967*

OBJAŚNIENIA DO PLANSZ I—II

DESCRIPTION OF PLATES I—II

PL. I

Fig. 1

Fragment ławicy wapienia przy powierzchni twardego dna, w przekroju pionowym

w. n.

L *Lithophaga* sp., c kanały po rozpuszczonych koralach, wypełnione oolitami, hg powierzchnia twardego dna

Fragment of a limestone layer near the hard ground in vertical section nat. size
L. Lithophaga sp., *c* canals after dissolved coral branches filled up with oolites, *hg* hard
 ground surface

Fig. 2

Odsłonięcie ławicy koralowej z dolnego kimerydu w Brzegach
 Oznaczenia jak na fig. 1 w tekście

Exposure of coralliferous layer at Brzegi
 For explanations see fig. 1 in the text

PL. III

- 1 — Fragment wapienia z kanałami po rozpuszczonych koralach wypełnionych: *cp* pelitem wapiennym, *co* oolitami; *cc* kielichy koralu, które nie dochodzą do powierzchni twardego dna. Część oolitów wypełniających kanały została usunięta przez dzisiejsze wietrzenie. W dolnej części fotografii przekrój przez wypełnienia kanałów, na którym zaznacza się różnica w zabarwieniu osadu w kanałach w stosunku do występującego między nimi w. n.

Fragment of limestone with canals after dissolved corals filled up with: *cp* calcareous pelite, *co* oolites; *cc* coral calyces not reaching the hard ground surface. A part of oolites removed by recent weathering. A section through canal-infillings at bottom of the photo showing a difference in tint of sediment in canals and that in their surrounding nat. size

- 2 — Fragment wapienia z całkowicie wywietrzalym współcześnie wypełnieniem kanałów w. n.

Fragment of limestone with recent-weathered infilling of the canals after coral branches nat. size

- 3 — Fotografia szlifu wykonanego z wapienia poniżej powierzchni twardego dna. Kanały po rozpuszczonych koralach wypełnione: *co* oolitami, *cp* pelitem; *p* wydrążenia *Potamilla* sp., wypełnione oolitami; na brzegach kanałów po koralach zarysy odlewu żeber zewnętrznych poszczególnych gałązek koralowych × 4

A microphotograph of the limestone below the hard ground surface. Canals after dissolved corals: *co* infilled with oolites, and *cp* with pelite; *p* borings of *Potamilla* sp. filled in with oolites. Casts of costae seen on the walls of canals after coral branches × 4

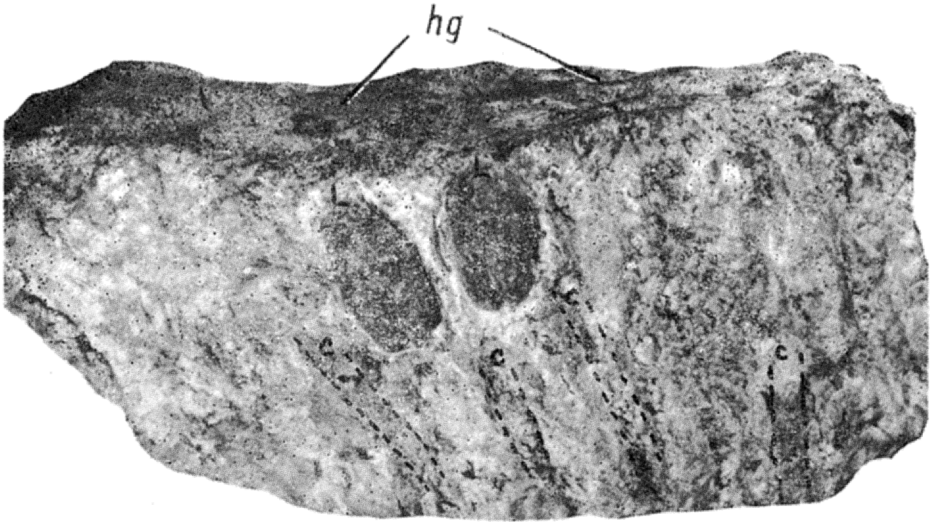


Fig. 1

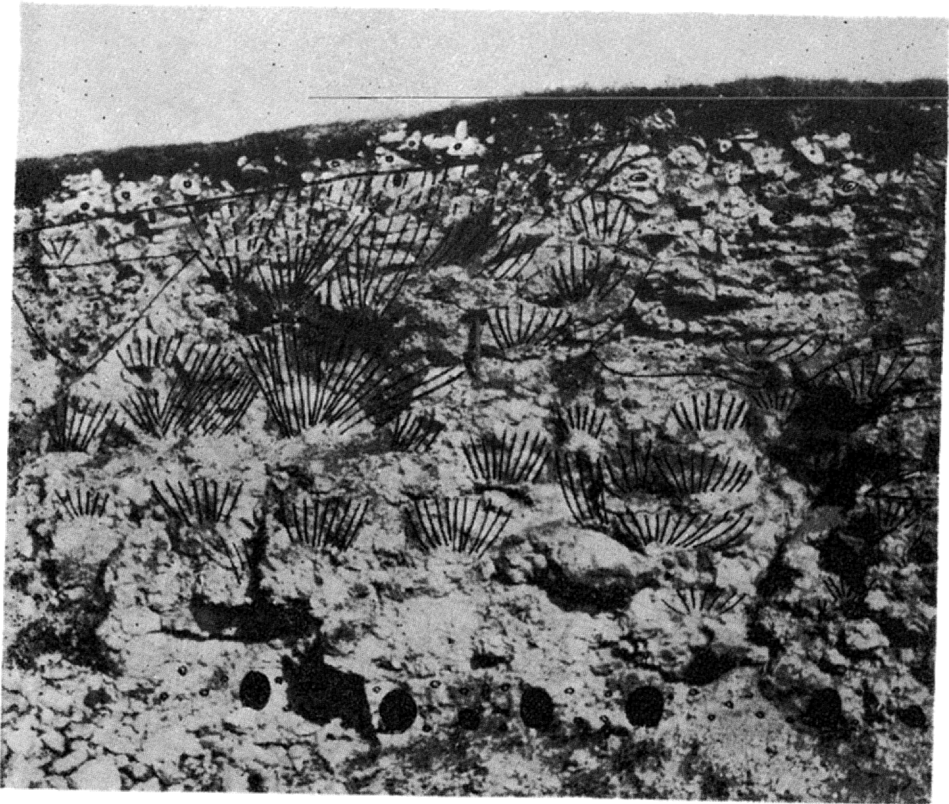
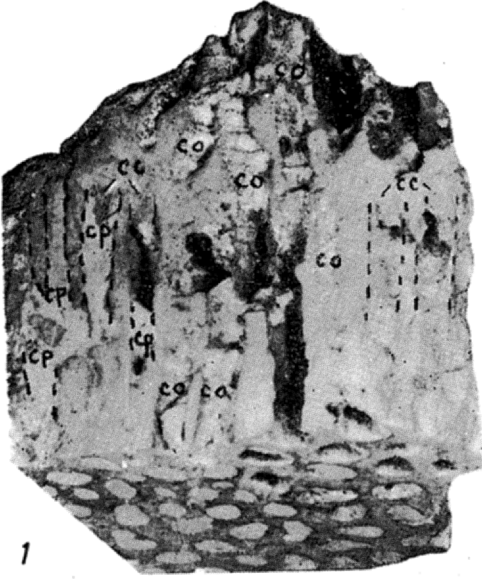
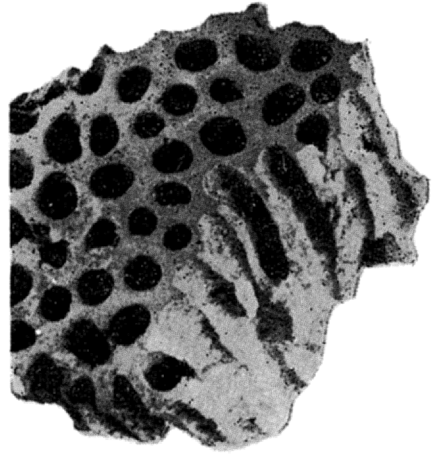


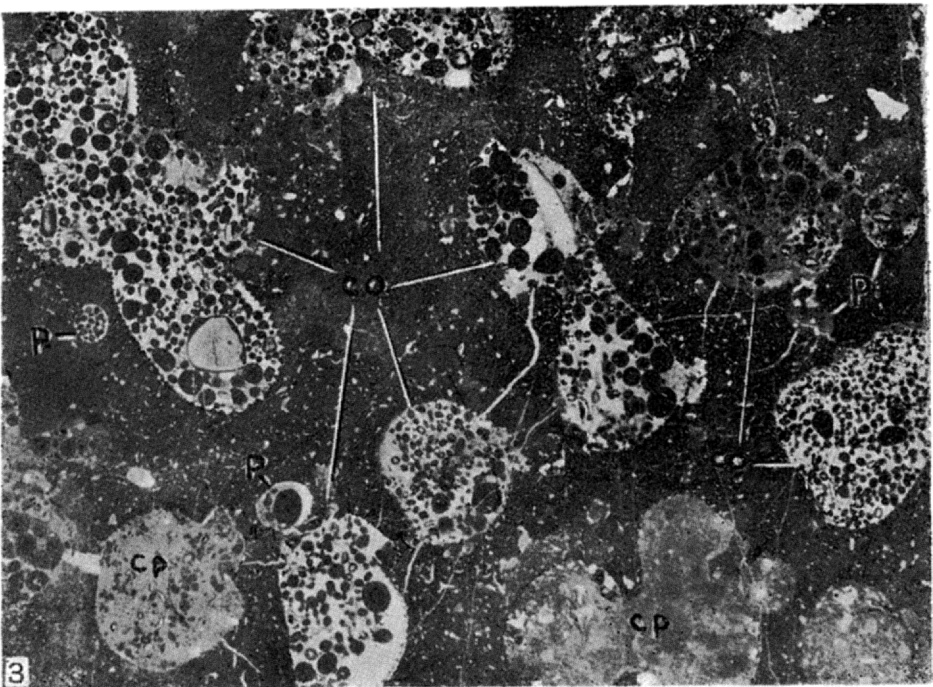
Fig. 2



1



2



3