

EKSPEDYCJA MIĘDZYNARODOWA NA POŁUDNIOWĄ SAHARĘ (Cz. II)

UKD 081.31(85.111)"1970.01.26/"(079.3)(100)(252.32/33:6—192.1): 551.73:552.3.051:551.32

SESJA NAUKOWA

Po powrocie do Algieru odbyła się sesja naukowa (26—28 I 1970), na której przedstawione zostały główne wyniki ekspedycji. Wzięto w niej udział kilkunastu geologów algierskich i duża grupa geologów francuskich, biorących udział w badaniach Sahary oraz geolodzy radzieccy zatrudnieni w Algierii. Obradom przywodziło się również duże grono kursantów studiów podyplomowych i stażystów zatrudnionych w IAP*.

Dzień 26 stycznia poświęcony był sprawom organizacyjnym, ustaleniu zakresu tematyki referatów oraz podziaku między poszczególnych referentów. Referaty zostały wygłoszone na trzech sesjach.

Pierwszą sesję poświęcono wprowadzeniu w ogólne założenia ekspedycji (A. Bennacef) i zagadnienia glacialne. Wyniki dotychczasowych badań w imieniu

* IAP jest organizatorem studiów podyplomowych z zakresu geologii naftowej, techniki wiertniczej i przeróbki ropy naftowej. Szkoli się tam również całe zespoły personelu, przeznaczone do objęcia pracy w nowo organizowanych przedsiębiorstwach przemysłu naftowego. Wykładowcami są pracownicy IAP oraz osoby zapraszane z zagranicy.

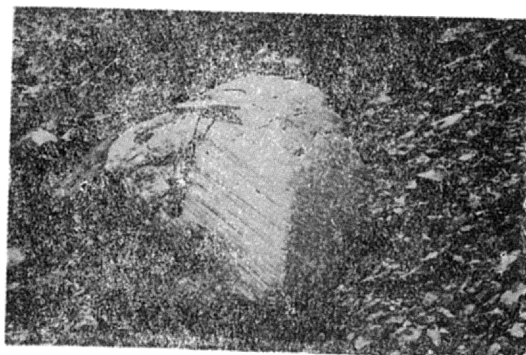
grupy francusko-algierskiej, która w poprzednich latach pracowała na obrzeżeniach Hoggaru przedstawił P. Rognon. Następnie uczestnicy ekspedycji zreferowali swoje poglądy na problemy typu zlodowacenia ordowickiego i charakteru ukształtowania zajmowanej przez nie powierzchni (S. Z. Różycki), osadów glacialnych w facji morskiej (N. Spjeldnes), zagadnieniu rynien eworsyjnych i towarzyszącym im formom typu kopalnych osów (A. Rapp), sprawie istnienia zjawisk peryglacialnych w ordowiku (J. Dresch) oraz problemom izolacji i eustazy (R. W. Fairbridge). Te ostatnie wywołały najszerszą dyskusję i wykazały rozbieżność poglądów (O. de Chabral, J. Mangin, S. Boeuf, J. Dresch, S. Z. Różycki).

Na drugiej sesji rozpatrywane były zagadnienia sedimentologiczne. Po ogólnej ich charakterystyce w świetle poprzednio uzyskanych wyników (B. Bijou-Duval) główną uwagę poświęcono problemom ukształtowania i genezy powierzchni zrównania przedordowickiego (J. Dresch), występujących na niej śladów wietrzenia (P. Allen), charakterystyce osadów jednostki II i warunków ich nagromadzenia (J. Mangin), występujących w nich świadectw istnienia prądów (P. E. Potter), rekonstrukcji warunków powsta-



Ryc. 1. Kamienisty reg równiny Dider.

Fig. 1. Stony reg of the plain Dider.



Ryc. 2. Herir, gazy kwarcytowe ze szlifem lodowcowym.

Fig. 2. Herir, quartzite blocks showing glacial polishing.

wania interkalacji morskich (L. M. Van Straaten) i kwestii ich wieku (A. Seilacher). Najbardziej dyskutowana była sprawa relacji między osadami morskimi a przynoszonymi przez rzeki na obręb płytkiego szelfu oraz wzajemnego stosunku wód słonych (morskich) i słodkich (rzecznych), które spotykają się z sobą w tych warunkach (O. de Chabral, N. Spjeldnes, M. Gubler, A. Seilacher, J. Mangin, J. Dresch, R. W. Fairbridge).

Trzecia sesja miała zupełnie inny charakter i poświęcona była (dla celów porównawczych) zagadnieniom zlodowaceń permo-karbońskich Brazylii i Afryki Południowej (J. J. Bigarella), Australii (R. W. Fairbridge) oraz problemom tektoniki i historii kratonu (A. A. Bogdanow). Po jej zakończeniu dyrektor generalny IAP dr Djallul Baghli podziękował uczestnikom ekspedycji za duży wkład pracy, zapraszając do dalszej współpracy.

Całość ekspedycji i sesji naukowej była uprzednio dokładnie przemyślana przez organizatorów oraz przeprowadzona bardzo starannie i nadzwyczaj sprawnie, przynosząc zaszczyt młodej Republice Algierskiej.

WYNIKI PRAC EKSPEDYJCJI

Cały dorobek naukowy ekspedycji musi być traktowany łącznie z wynikami badań grupy geologów algierskich i francuskich, którzy przygotowali rozpoznanie terenu i sformułowali szereg zasadniczych poglądów. W czasie ekspedycji wszystkie obserwacje były dokonywane również wspólnie, przy ciągłej wymianie poglądów i szerokiej dyskusji. Osiągnięte wyniki są więc dziełem zbiorowym co najmniej dwudziestu paru osób, pochodzących z różnych krajów i reprezentujących szeroki wachlarz specjalności.

Ta ostatnia okoliczność zaważyła poważnie na wynikach. Każde spostrzeżenie, każdy wypowiedziany pogląd natychmiast znajdował uzupełnienie i rozminięcie z innego punktu widzenia. Rozbieżności — mogły być natychmiast wyjaśnione, przedyskutowane i na ogół uzgodnione. Kwestie, w których powstały różnice zdań są nieliczne. Dzięki temu formułujący się pogląd na całość zagadnień mógł ułożyć się w zwarty i konsekwentnie rozwinięty pogląd. W szeregu przypadków prowadził on do zmiany stanowiska zajmowanego przez organizatorów przed ekspedycją. Przede wszystkim odnosiło się to do interpretacji niektórych zjawisk i ujmowania ich w szerszych poglądach paleogeograficznych.

Wyniki ekspedycji można rozpatrywać w trzech grupach: stratygraficznej, sedimentologicznej i glajologicznej. Mimo zbiorowego charakteru pracy wysuwane i formułowanie poszczególnych poglądów związane było ze specjalnością i zakresem doświadczeń poszczególnych osób. Znalazło to zresztą pełny wyraz w podziale tematyki do zreferowania w czasie

sesji naukowej. Poniżej podane zestawienie orientuje w wynikach prac ekspedycji i w stanowiskach zajętych przez poszczególnych specjalistów w odniesieniu do niektórych kwestii.

STRATYGRAFIA

Dla kompleksu starszego paleozoiku dotychczas określanego jako „kambro-sylur” lub „kambro-ordowik” (piaskowce Tissali), na podstawie znalezionych trylobitów (7 gatunków, z tego 4 nowe dla Afryki) i pozostawianych przez nie śladów pełzania świadczących z całą pewnością, że występują one *in situ*, mógł być bliżej określony wiek niektórych serii.

1) Już w najniższej części jednostki II znalezione zostały liczne hieroglify pełzania trylobitów pozostawiających podwójny ślad, czego nie obserwowano w ani jednym przypadku dla form znanych z kambru. Wyklucza to zatem obecność kambru, a łącznie z dalszymi obserwacjami przemawia za tym, że cały kompleks piaskowców Tissali należy do ordowiku, zaś jednostka II odpowiada najprawdopodobniej dolnej części piętra Arenig (Seilacher).

2) Fauna z wkładek morskich w wyższej części jednostki II z *Cruziana furcifera* d'Orb., *Cr. rouaulti* Delgado i „*Fraona*” Rouault wskazuje na piętro Landeil i być może górną część piętra Arenig. Serie morskie w górnej części tej jednostki („*Vire du mouflon*”) należą już najprawdopodobniej do piętra Karadok (Seilacher, Spjeldnes).

3) Trylobity (*Cruziana* sp. „*ulmadensis*”) znajdowane łącznie z ortocerasami w dolnej serii morenowej jednostki IV, znajdujące się na wtórnym złożu i zapewne pochodzące z kongrecji fosforytowych w górnej części jednostki III, reprezentują piętro Karadok (Spjeldnes).

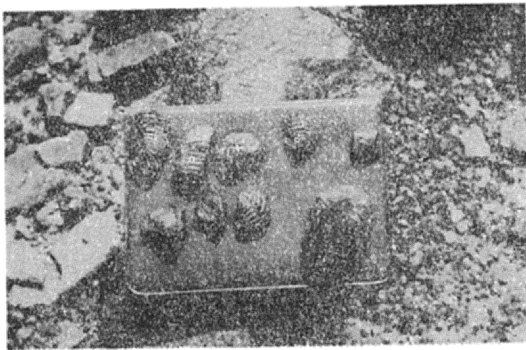
4) Fauna łupków graptolitowych syluru z *Didymograptus* eg. *nitidus* (Hall) odpowiada piętru Lando- wer, co potwierdza obecność *Cruziana* sp. „*acaci*” (Spjeldnes, Seilacher).

5) Fauna jednostki przejściowej między sylurem graptolitowym a dolnym dewonem z *Cruziana terrubine* wskazuje, że należy ona jeszcze do syluru — piętro Wenlok (Spjeldnes, Seilacher).

6) Trylobity z serii dolnego dewonu należą do nowych gatunków i obecnie jeszcze nie dają możliwości bliższego oznaczenia jej wieku (Seilacher, Spjeldnes).

SEDYMENTOLOGIA

1) Powłoka wietrzenia typu kaolinitowego rozwinięta na powierzchni skał krystalicznych podścielających piaskowce Tissali (jednostka II) ma charakter odpowiadający klimatowi umiarkowanemu (Allen) i zapewne suchym, gdyż ma ślady krzemionkowania związane ze wzmożoną ewaporacją (Gubler).



Ryc. 3. Trylobity (*Cruziana* sp. „ulmadenensis”) z konkrekcji fosforytowych z warstw podścielających dolną powierzchnię szlif u lodowcowego.

Fig. 3. Trilobites (*Cruziana* sp. „ulmadenensis”) from phosphorite concretions found in the beds underlying the lower surface of the glacial polishing.



Ryc. 4. Ślady pełzania trylobitów z rodzaju *Cruziana* na piaskowcach dolnej części jednostki II (Arenig).

Fig. 4. Traces of creeping of trilobites of the genus *Cruziana* on sandstones of the lower part of unit II (Arenigian).

2) Jednostka II w niższej części reprezentuje kompleks lądowy, ze śladami łożysk potoków okresowych, które roznosiły piaski na ogromnej przestrzeni akumulacyjnej równiny aluwialnej lub bardzo rozległych i płaskich stożków napływowych (Gubler, Dresch i inni). Są w niej jednak poziomy wykazujące cechy kopalnego regu (Dresch) i działalności eolicznej, gdyż znaleziono tu m. in. graniaki wiatrowe (Bennacef).

3) Ogromna masa kwarcu, który na tak rozległej powierzchni jest niemal wyłącznym składnikiem 1000 m serii osadów ordowiku i równie dużej serii dolnego dewonu (ciągle przynoszonego z południa) nie może pochodzić jedynie z dezagregacji skał krystalicznych, a jest prawdopodobnie przynajmniej częściowo produktem niszczenia starszej (prekambryjskiej?) powłoki krzemionkowej, której szczątki były obserwowane na Tin Taradjeli (Gubler).

4) Interkalacji morskich jest znacznie więcej niżby to można było wnioskować na podstawie fauny i wkładów ilastych. Świadczą o tym typy uwarstwienia i rodzaje hieroglify występujących również w seriach piaszczystych. Wszystkie one charakteryzują morze płytkie nie przekraczające 20–30 m głębokości (Van Straaten, Mangin). Potwierdzałyby to masowe występowanie *Tigillites*, które niewątpliwie stanowią ślady działalności organizmów żyjących w strefie płytkiej (Van Straaten, Seilacher, Spjeldnes).

5) Przy miąższości całego kompleksu ordowiku ok. 1000 m i równie dużej dolnego dewonu utrzymanie się płytkiego morza musiało być uwarunkowane ciągle trwającą subsydencją (Magin), z przerwami przypadającymi na ruchy wynoszące związane z dalekimi echami orogenezy takońskiej i kaledońskiej (Bogdanow) lub przez eustatyczne zmiany poziomu morza (Fairbridge).

6) Morze wkraczało na bardzo płaską powierzchnię lądu, o czym świadczy zupełny brak śladów zlepieńców podstawowych. Sądząc ze zmian miąższości jednostki II na Tissali n'Ajjer i w wierceniach na bardziej północnej części Sahary (na przestrzeni ok. 500 km) wzrasta ona o ok. 150 m, co wskazywałoby na średnie pochylenie rzędu 0,3 m na kilometr (Mangin).

7) Znaczna część piaszczystych osadów wyższej części jednostki II i III posiada charakter osadów typowych dla płytkiego, płaskiego i bardzo słabo pochylonego szelfu, w którego obrębie piaski przemywane i układane przez fale morskie wielokrotnie leżą na przynoszonych bezpośrednio z lądu piaskach rzecznych lub deltowych. Odpowiada to sytuacjom spotkanym na podwodnym stoku akumulacyjnym stopniowo zalewanego niskiego lądu, na płycznach przybrzeżnych bądź w lagunach i estuariach. Analogiczne stosunki obserwuje się obecnie w NW części Adriatyku (Van Straaten).

8) Poziom morza nie był stały, lecz ulegał zmianom (rytm subsydencji?), co powodowało, że w momentach jego obniżenia się (wskutek akumulacji osadów?) tworzyły się zamknięte niecki, między którymi powstawały kanały przepływu. Nie ma jednak śladów, pozwalających wnioskować o istnieniu plaży (Van Straaten).

9) W niektórych seriach wyższej części jednostki II widoczne są ślady przepływu wód bieżących (ujścia rzek lub kanały między zamkniętymi nieckami). Wiele jest również objawów świadczących o istnieniu prądów. Obecność ich potwierdzają powierzchnie rozmowywania i typ zmarszczek prądowych (Patton).

10) Obserwowana w niektórych ławicach szybka ich cementacja wskazuje na zmiany zasolenia spowodowanej przez przesuwanie się stref, gdzie dominuje woda spływająca z lądu i napędzana z przeciwnego kierunku przez wiatry słone wody morskie (Mangin). Jednak powodowałyby to znaczne zmiany w zawartości tlenu w wodzie, które musiałyby się odbić na warunkach życia organicznego, a ślady jego mają w całej serii podobny charakter (de Charpal, Seilacher, Spjeldnes).

GLACJOLOGIA

1) Okres chłodny ordowiku z objawami zlodowaceń był stosunkowo krótki i obejmował tylko niższą część piętra Aszgil i ewentualnie najwyższą piętra Karadok (Spjeldnes, Seilacher).

2) W czasie chłodnej części ordowiku było nie mniej niż trzy okresy lodowcowe, które na Tissali n'Ajjer, zdanem Rognon, pozostawiły trzy powierzchnie egzaracji. Jednak w terenie tylko dwie z nich istotnie świadczą o pobycie i przesuwaniu się lodowców, a trzecia powstała wskutek rozmycia w czasie katastrofalnej powodzi. Tylko dwa starsze zlodowacenia miały bardzo daleki zasięg, a trzecie (ostatnie?) znacznie mniejszy, bardziej na północy zanotowany tylko przez osady wodno-lodowcowe (Różycki).

3) Przyczyny istnienia katastrofalnej powodzi mogą być różne: przelew wody z wielkiego zastoiska wskutek ruchów izostatycznych, analogicznie jak w czasie ostatniej deglacjacji plejstoceńskiej na Bałtyckim Jeziorze Lodowym czy też w Zatoce Hudsona (Fairbridge) lub wskutek gwałtownej fali topnienia na bardzo rozległej i płaskiej powierzchni lądolodu (Różycki).

4) Osady glacialne w północnej części terenu (na Tissali n'Ajjer) są morenami pozostawionymi przez lodowce na dnie płytkiego morza (Van Straaten, Spjeldnes, Różycki), natomiast na południu (Tafassaset) są to typowe gliny zwałowe nagromadzone na lądzie (Różycki).



Ryc. 5. Bennacef i Rognon rozważają dalszą marszrutę przez Tenere Tafassasset.

Fig. 5. Bennacef and Rognon discuss a farther route through Tenere Tafassasset.

5) Bezpośrednie pokrycie powierzchni egzaracji ze szlifem lodowcowym przez osady morskie ze zmarszczkami falowania i śladami pełzania wskazuje, iż lodowce schodziły do poziomu morza, a nawet posuwały się po jego dnie. Pośrednio wynika z tego, że bilansowa linia śnieżna leżała nisko i że przy kontynentalnym typie zlodowacenia na wyrównanej powierzchni było to możliwe tylko w warunkach polarnych (Różycki).

6) Występujące w podłożu łańdolu głębokie (do 200—300 m) doliny erozyjne (po ruchach takońskich) dały pewne uprzywilejowane kierunki dla szybszego odpływu lodu umożliwiając pozostawanie tzw. „lodowców wyprowadzających”, analogicznie jak na łańdolu Antarktydy. Lodowce tego rodzaju stwarzające silne ciśnienia boczne odegrały główną rolę przy powstawaniu dyslokacji glacictektonicznych, z reguły skierowanych na zewnątrz od środka dolin (Różycki).

7) Niektóre przegłębienia dolinne mają charakter rynien eworsyjnych, a wypełniające je osady tworzące wydłużone, wielokilometrowe wzgórza (tzw. „cordon”) mogą być formami analogicznymi do ozów (Rapp).

PERYGLACJAŁ

1) W strefie Tissali n'Ajjer nie stwierdzono objawów, świadczących o istnieniu permafrostu (Dresch, Różycki).

2) Dopiero w południowej części terenu (Tafassasset, Mts Gautier) w stropie poziomów morenowych pojawiają się osady gruzowe o ułożeniu brył, które mogłyby świadczyć o istnieniu procesów związanych z przemarzaniem gruntów i tendencji do formowania się gruntów strukturalnych (Dresch, Różycki).

3) Formy interpretowane jako małe „pingo” (Rognon) są raczej śladami niewielkich wulkanów błotnych (Dresch, Spjeldnes, Fairbridge i inni).

4) Duże formy koliste w południowej części Tafassasset, interpretowane jako wielkie „pingo” o średnicy od kilkuset metrów do 1 km, nie są formami związanymi z tworzeniem się soczewek lodowych, lecz raczej śladami form pochodzenia wulkanicznego (Bogdanow), gdyż towarzyszą im bazalty i andezyty. Być może są to ślady erupcji pod lodem (Dresch).

5) Pionowe „kliny” związane z powierzchniami „proglacialnymi” (Rognon) nie mają nic wspólnego z „klinami mrozowymi” (Dresch, Różycki, Van Straaten, Spjeldnes, Rapp i inni), a raczej mogą być śladami wydobywania się na powierzchnię wody gruntowej, analogicznie do sytuacji znanych z Australii (Fairbridge) lub śladami cementacji krzemionkowej po szczelinach wysychania (Mangin).

PODSUMOWANIE WYNIKÓW

Na powierzchni dotkniętych przez orogenezę prekambryjską peryferii starego kratonu NW Afryki,



Ryc. 6. Fotomapa gór Gautier (ciemne — ostańce skalne, szare — plamiste powierzchnie ergu i regu).

Fig. 6. Aerophotographic map of the Gautier Mountains (dark — rocky outliers; grey, spotted — erg end reg surfaces).

tworzących dzisiejszy masyw Hoggaru (w ciągu ok. 50 mln lat) uformowała się rozległa pedyplena południowej Sahary. W końcowym etapie jej istnienia (górnym kambry?) na terenie Tissali n'Ajjer i Tafassasset odbywało się wietrzenie dające produkty charakteryzujące warunki klimatu umiarkowanego, ale suchoego z objawami działalności eolicznej.

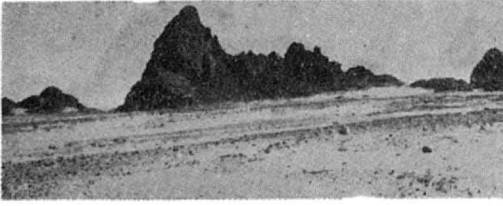
Z początkiem ordowiku (Arenig) całą powierzchnię pedypleny zaczęły równomiernie pokrywać osady przybrzeżnej akumulacji rzecznej, wiążące się z bardzo szeroką (ponad 1000 km) strefą płytkiego szelfu (jednostka II). Strefa ta wykazująca ciągłą subsydencję przesuwała się stopniowo na południe osiągając maksimum zalewu w piętrze Landeil (górną część jedn. II). W czasie piętra Karadok (jedn. III) ponownie wzrasta dopływ do lagun (?) drobnoziarnistego materiału terygenicznego, przynieszonego z dalekiego południa.

Ruchy takońskie spowodowały zaburzenia w regularnym układzie poprzednio nagromadzonych osadów, doprowadzając do słabych fałdowań na południu (Tafassasset) i lokalnych niezgodności katowych na północy (Tissali n'Ajjer). Na nowo utworzonej i wyniesionej powierzchni rozwinęła się sieć rzeczna z szerokimi i głęboko wcięzonymi dolinami skierowanymi na północ.

W czasie Aszgilu, a być może i jeszcze pod koniec Karadoku (jednostka IV), na południu zaczął narastać wielki łańdół, który parokrotnymi transgresjami pokrywał olbrzymie powierzchnie rzędu paru lub kilku milionów kilometrów kwadratowych. Były to co najmniej 3 lub 4-krotne zlodowacenia przedzielone okresami poważnych recesji. W czasie maksymalnych zasięgów zlodowaceń łańdół schodził do poziomu morza, a nawet wkraczał w obręb szelfu, co wskazuje na jego polarny charakter.

Starsze zlodowacenia miały dalsze zasięgi i na terenie Tissali n'Ajjer oraz środkowej Sahary pozostały liczne dowody swego pobytu (moreny, ślady egzaracji, rynny eworsyjne, dyslokacje glacictektoniczne itp.). Młodsze zlodowacenia miały mniejsze rozmiary, a ich deglacjacje były związane z fazami gwałtownego topnienia i katastrofalnych zalewów, które z jednej strony przynosiły wielkie ilości osadów detrytycznych, a z drugiej dały powierzchnie gwałtownego rozmywania. Poglacialny ruch izostatyczny powoduje ruchy wznoszące i zwiększenie się obszaru łańdowego, na którym ponownie rozwija się bogata sieć rzeczna z dobrze zachowanymi dolinami wypełnionymi przez osady aluwialne.

Sylur (Landower) przynosi znaczne ocieplenie i zanikanie strefowości klimatycznej (ostro zarysowanej w ordowiku) oraz poważną transgresję morską, która pokrywa całą brzeżną część masywu Hoggaru. W górnym sylurze (Wenlok) morze stopniowo ustępuje i daje się odczuć dalekie echa orogenezy kaledońskiej.



Ryc. 7. Fragment gór Gautier.

Zdjęcia autora.

Fig. 7. Fragment of the Gautier Mountains.

Photos authors.

W dolnym dewonie ponownie wraca facja kontynentalna ze śladami dobrze rozwiniętych rzek o głęboko wciętych, meandrujących dolinach (ruch wynoszący), z kierunkiem odpływu na NW. Wpływy lądowe nie sięgają jednak tym razem tak daleko na północ, jak w ordowiku, gdyż już w niezbyt dużej odległości od masywu Hoggaru pojawiają się coraz częstsze serie morskie.

W związku z wynikami badań na południowej Saharze wyłania się wiele zagadnień o szerszym znaczeniu dla nauk geologicznych (historia kratonu, periodyczność wielkich zmian klimatycznych i zlodowaceń w historii Ziemi, przemieszczenia kontynentów w stosunku do biegunów itd.). Rzucają one również nowe światło na szereg problemów sedimentologicznych (np. sedimentacja w strefie bardzo szerokiego i płytkiego szelfu, zagadnienia transportu wielkich mas materiału terygenicznego na duże odległości itd.) i glaciologicznych (rozwoj zlodowaceń kontynentalnych na terenach płaskich oraz słabo wyniesionych,

osady glacialne lądolodu posuwającego się w obręb szelfu, glacitektonika w dolinach żłobionych przez lodowce wyprowadzające, problem syngenetycznego komprymowania moren itd.), a nawet i geomorfologicznych (historia formowania się pedypleny i późniejszej jej pokrywy osadowej, etapy rozwoju sieci rzecznej w związku z ruchami kratonu itd.). W miarę możliwości niektóre z tych kwestii będą omówione później, przy innej okazji.

Ekspedycja saharyjska (poza badaniami związanymi ze starszym paleozoikiem) dała sposobność bezpośredniego zapoznania się z przebiegiem wielu procesów rozwijających się na ciepłych pustyniach i ich porównania z tym co się dzieje w chłodnych pustyniach polarnych. Interesujące były również obserwacje zmian odbywających się na Saharze obecnie oraz w czasie holocenu i młodszego plejstocenu. Są one bardzo pouczające jako materiał porównawczy dla interpretacji faktów geologicznych znanych w Polsce i przyczyniają się do lepszego ich zrozumienia nie tylko w czwartorzędzie, ale i w niektórych starszych formacjach.

SUMMARY

Due to the results obtained during investigations in southern Sahara a lot of problems arise, important for geological sciences (history of craton, periodicity of great climatic changes and glaciations in earth's history, migrations of continents in relation to poles, a.o.). They also throw new light on various sedimentological phenomena (e.g. sedimentation in the zone of a very wide and shallow shelf, transportation of huge masses of terrigenous material at a long distance, a.o.), on glaciological events (development of continental glaciations within flat and gently elevated areas, glacial deposits of fan ice sheet within the shelf, glacitectorics within valleys cut by leaving glaciers, syngenetical compression of moraines, a.o.), and even on geomorphological phenomena (history of formation of peneplain and of its later sedimentary cover, phases of river system development due to craton movements, a.o.). If possible, these problems will be discussed in the next papers.

In addition to the investigations related to the older Palaeozoic, the Sahara expedition enabled the author to observe various processes that develop at present within warm desert areas, and to compare these processes with those appearing within cold polar deserts. Of particular interest were also the observations of the present-day changes in Sahara and a comparison of these changes with those from Holocene and Late Pleistocene. The data obtained are valuable mainly as they may serve as comparative materials for the interpretation of geological facts known to occur in Poland, and may contribute to the reconnaissance of the geological phenomena not only of the Quaternary, but also of the older formations.

РЕЗЮМЕ

Итоги научно-исследовательских работ в южной Сахаре выявили ряд проблем, которые имеют важное значение для общего развития геологических наук (история кратона, периодичность крупных климатических колебаний и оледенений в истории Земли, передвижения континентов по отношению к поясам и др.). Они проливают новый свет на процессы из области седиментологии (например, седиментация в зоне очень широкого и мелководного шельфа, перенос больших масс терригенного материала на большое расстояние и др.), гляциологии (развитие континентальных оледенений на ровной и слабо приподнятой территории, характер отложений ледника, продвигающегося в пределах шельфа, гляцитектоника в долинах, вырытых выводными ледниками, проблема сингенетического уплотнения морен и др.) и даже геоморфологии (процесс формирования педиплена и последующего развития осадочного чехла, этапы развития речной системы в связи с движениями кратона и др.). По-возможности, эти проблемы будут рассматриваться в следующих статьях.

Во время сахарской экспедиции, кроме изучения нижнего палеозоя, проводились наблюдения и по многим процессам, развивающимся в теплых пустынях, а также их сравнение с процессами, происходящими в холодных полярных пустынях. Интересные были также наблюдения изменений, совершающихся на Сахаре в настоящее время и происходивших в голоцене и позднем плейстоцене. Они дают важный интерпретационный материал для рассмотрения геологических фактов из территории Польши, не только в четвертичной системе, но и в более древних формациях.