

Mongolska Akademia Nauk w Ulan Bator
Zakład Geologii i Zakład Geografii Fizycznej Wydziału Biologii
i Nauk o Ziemi UMCS w Lublinie

Radnagin LOMBORINCZEN, Jan MORAWSKI
Kazimierz PEKALA

**Charakterystyka piasków eolicznych
z Doliny Jezior i południowego skłonu Changaju (Mongolia)**

Характеристика золотых песков из Долины Озер
и южного склона Хангая (Монголия)

Characterization of the Aeolian Sands from the Lakes Valley and from the Southern
Slope of Khangaj (Mongolia) *

WSTĘP

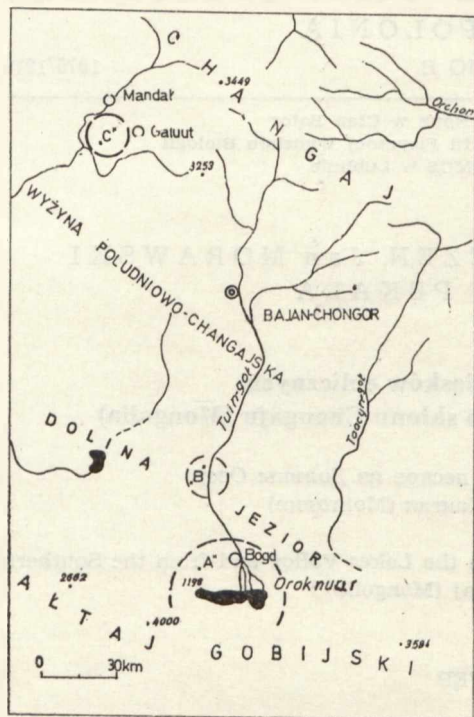
Procesy eoliczne odgrywają dużą rolę w kształtowaniu współczesnej rzeźby Mongolii. W wielu rejonach są one głównym czynnikiem modelującym relief (5, 6, 7, 9, 10, 11, 13). Efektem działalności tych procesów jest rozwój i przekształcanie utworów pokrywowych oraz powstawanie charakterystycznego zespołu form rzeźby (7, 11, 13).

Podczas pierwszej Mongolsko-Polskiej Ekspedycji Fizyczno-Geograficznej „Changaj — 1974”, mającej na celu kompleksowe poznanie środowiska geograficznego południowego skłonu Changaju, prowadzono obserwacje zjawisk eolicznych (7, 8). Pobrano również próby piasków wydmych z przeznaczeniem do badań laboratoryjnych. Próby pochodzą z Doliny Jezior z rejonu Orok-nuur ** i dolnego odcinka doliny Tüin-goł oraz z kotliny Bajan-Nuurin-chofnor, położonych w ajmaku Bajan-chongor (ryc. 1).

W rozprawie przedstawiono na tle warunków fizyczno-geograficznych wyniki analiz składu mechanicznego i mineralogicznego piasków wydmych oraz utworów pokrywowych powstałych pod wpływem akumulacji wodnej. Celem opracowania jest próba porównania tych utworów w aspekcie przemian materiału źródłowego, odbywających się pod wpływem procesów eolicznych i wietrzenia fizycznego.

* Contribution of the Mongolian-Polish Physico-Geographical Expedition No. 18.

** Nazwy podano w transkrypcji polskiej.



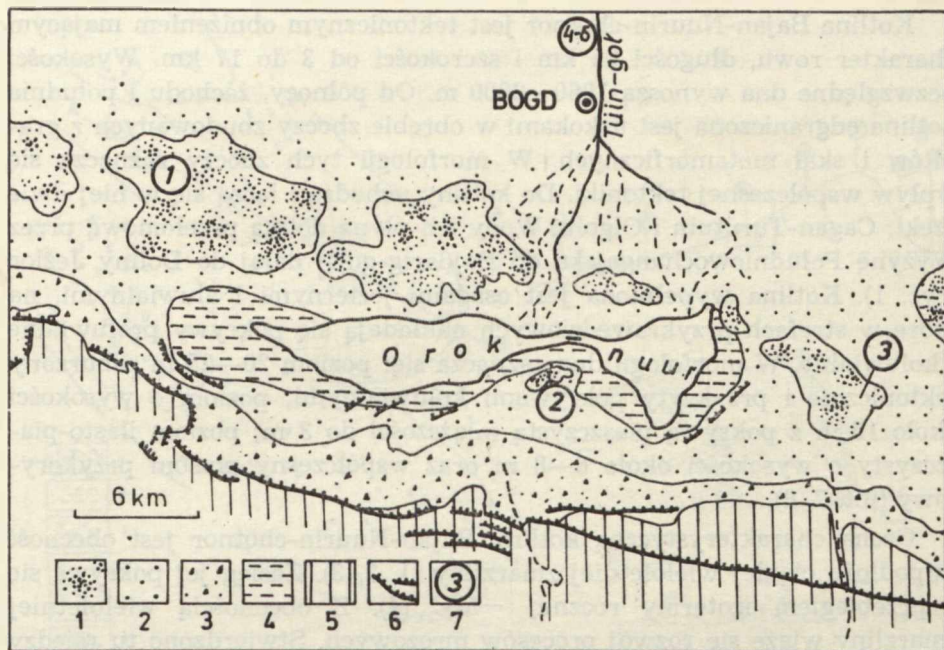
Ryc. 1. Lokalizacja terenów badań. A, B, C — rejony, z których pochodzą próby przeznaczone do badań laboratoryjnych

Localization of the research terrains. A, B, C — regions from which the samples for laboratory investigations were taken

CHARAKTERYSTYKA FIZYCZNO-GEOGRAFICZNA TERENÓW BADAŃ

Dolinę Jezior stanowi rozległa forma zapadliskowa, czynna sejsmicznie, położona na wysokości 1000—1200 m n.p.m., o dnie opadającym w kierunku południowo-wschodnim. Od południa otoczona jest zrębem Ałtaju Gobijskiego, wysokim do około 4000 m n.p.m., zaś od północy przylega do niej Wyzyna Południowochangajska (6, 9, 10).

Wody stałe i okresowe spływające z Ałtaju Gobijskiego, a także rzeki płynące z Changaju i Wyzyny Południowochangajskiej naniosły olbrzymie ilości rumowiska. Stąd też w dnie przeważają osady akumulacji aluwialnej i proluwialnej wykształcone w postaci glin, piasków i żwirów. W części południowej przeważa gruby materiał okruczowy (6, 9, 10). Niżej położone fragmenty wypełnione są wodą, tworząc jeziora stałe i efemeryczne. Znaczne przestrzenie zajmują piaski akumulacji eolicznej. Największe ich skupienie znajduje się w rejonie Orok-nuur (ryc. 2), gdzie łącznie zajmują powierzchnię ponad 80 km². Krajobraz Doliny Jezior reprezentuje typ pustyni i półpustyni, z roślinnością stepów pustynnych. Jest to strefa charakteryzująca się niskimi opadami i dużymi amplitudami temperatur. Suma roczna opadu kształtuje się w granicach od 100 do 200 mm,



Ryc. 2. Szkic geologiczny okolic jeziora Orok-nuur (wg A. Jeskina, R. A. Kuruszina, N. A. Łogaczowa i innych, 9). 1 — piaski wydymowe, 2 — utwory piaszczysto-gliniasto-żwirowe, 3 — osady proluwialne i koluwialne, 4 — jezierzne i deltowe piaski i łąki, 5 — skały osadowe, magmowe i metamorficzne północnego skłonu Altaju Gobijskiego (grzbiet Iche-Bogdo), 6 — uskoki (rozrywy) powstałe podczas trzęsienia ziemi (4 grudnia 1957 r.)

Geological outline of the environs of Orok-nuur lake (according to A. Jeskin, R. A. Kuruszina, N. A. Łogaczow and others, 9). 1 — dune sands, 2 — sandy-clayey-gravelly formation, 3 — proluvial and coluvial sediments, 4 — lake and delta sands and loams, 5 — sedimental, magmatic and metamorphic rocks of the northern slope of Gobi Altaj (range Iche-Bogdo), 6 — downcasts (disruptions) caused by earthquake (December 4, 1957)

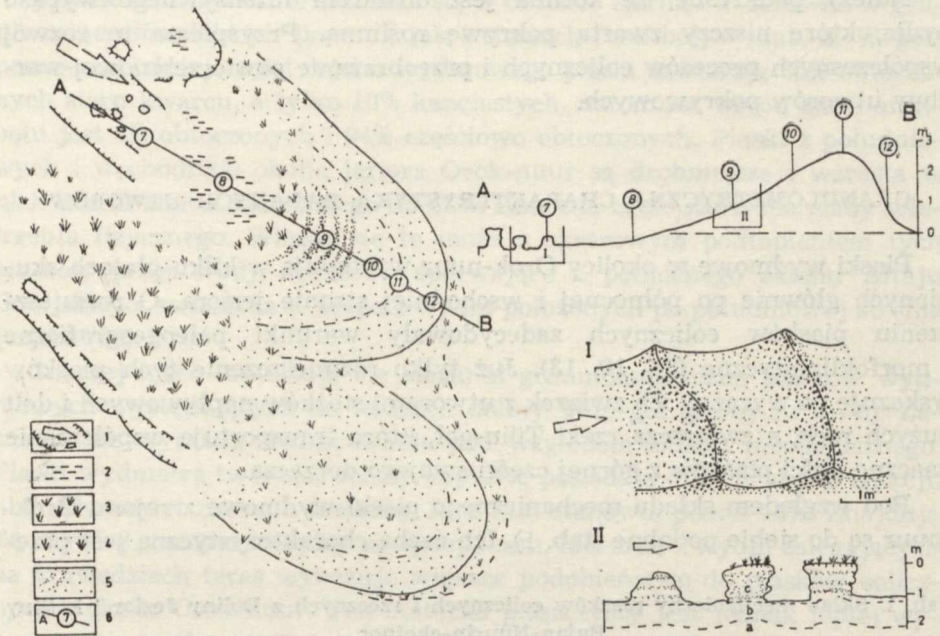
z maksimum przypadającym na okres lata (lipiec, sierpień). Średnia temperatura roczna wynosi -3°C , zaś średnia temperatura lipca około 20°C , a stycznia około -17°C (6). W okresie wiosny wieją silne wiatry, które odgrywają poważną rolę w kształtowaniu rzeźby. Pod ich wpływem tworzą się zespoły wydm i odbywa się gromadzenie materiału piaszczystego w zagłębieniach terenowych. Wydmę wykształcone są w postaci barchanów (fot. 1) lub pagórków i kopczyków piaszczystych utrwalonych roślinnością trawiastą i krzewami. Są one dość łatwo rozwiewane (fot. 2, 3, 4). Często piasek eoliczny gromadzi się na rozległych terasach dolin rzecznych, zwłaszcza na krawędziach tych teras (fot. 5, 6). Źródłem piasków wydymowych są osady aluwialne terasowe i deltowe, piaski jeziorne oraz utwory proluwialne i zwietrzelinowe (eluwialne).

Kotlina Bajan-Nuurin-chotnor jest tektonicznym obniżeniem mającym charakter rowu, długości 25 km i szerokości od 3 do 17 km. Wysokości bezwzględne dna wynoszą 1960—2000 m. Od północy, zachodu i południa kotlina odgraniczona jest uskokami w obrębie zboczy zbudowanych z granitów i skał metamorficznych. W morfologii tych zboczy zaznacza się wpływ współczesnej tektoniki. Do kotliny uchodzą i łączą się w niej dwie rzeki: Cagan-Turutuin i Olgoin. Wody ich płyną doliną przełomową przez Wyżynę Południowochangajską do Bajdarig-goł i dalej do Doliny Jezior (ryc. 1). Kotlina wypełniona jest osadami jeziernymi i aluwialnymi, na które w strefach przykrawędziowych nakładają się pokrywy proluwialne i koluwialne. W morfologii dna zaznacza się: poziom 20—25 m zaburzony tektonicznie i przykryty pokrywami koluwialnymi; poziom o wysokości około 16 m z pokrywą piaszczystą miąższości do 3 m; poziom ilasto-piaszczysty o wysokości około 6—8 m oraz współczesny poziom przykorytowy (fot. 7, 8).

Cechą charakterystyczną kotliny Bajan-Nuurin-chotnor jest obecność w podłożu ciągłej wieloletniej zmarzliny (1, 2, 3). Zasięg jej pokrywa się z przebiegiem izotermy rocznej -5°C (4). Z obecnością wieloletniej zmarzliny wiąże się rozwój procesów mrozowych. Stwierdzono tu między innymi: pęcznienie (thufury, pingo) oraz zjawisko termokrasu (wytapianie się żył i soczew lodu gruntowego). W wyniku działania tych procesów rzeźba dna kotliny jest dość urozmaicona ulegająca ciągłym przeobrażeniom (fot. 8), zwłaszcza w poziomie akumulacyjnym ilasto-piaszczystym i przykorytowym (1). Wydaje się, że rozwój i zanik pagórków typu pingo o obrębie ilastych utworów okresowo zalewanych obszarów jest zjawiskiem cyklicznym, typowym dla strefy klimatu suchego, zimnego.

Średnią temperaturę roczną kotliny w okresie 1957—1961 obliczono na podstawie danych z pobliskiej stacji znajdującej się w miejscowości Gallut, położonej również w kotlinie. Wynosi ona $-5,3^{\circ}\text{C}$. Średnia roczna suma opadów w tym okresie wynosiła 276 mm (1). Charakterystycznym zjawiskiem była mała ilość opadu w zimie lub ich brak. W okresach wiosennych wieją tu także silne wiatry, których oddziaływanie jako czynnika morfogenetycznego jest ogromne, zwłaszcza po suchych i mroźnych zimach. Odnosi się to szczególnie do wiatrów wiejących z sektora północnego i północno-zachodniego. Świadczą o tym kierunki rynien korazyjnych i rozmieszczenie piasków eolicznych. Materiał piaszczysty występuje na zawietrznych stronach wschodnich zboczy kotliny i sięga do wysokości ponad 2300 m n.p.m.

W obrębie dna kotliny piaski eoliczne tworzą kopcowate lub rogalikowate formy u wylotu zwięzających się rynien korazyjnych (fot. 2, 6, ryc. 3). Wydmy w większości są częściowo utrwalone przez roślinność trawiastą. Współcześnie ulegają one rozwiewaniu lub są nadbudowywane.



Ryc. 3. Szkic sytuacyjny wydmy w kotlinie Bajan-Nuurin-chotnor. 1 — krawędzie rynny korazyjnej i ostańców deflacyjnych, strzałka wskazuje kierunek wiatru, 2 — zagłębienia podmokłe w dnie niecki deflacyjnej (solańce), 3 — zwarte trawy na obrzeżeniu niecki, 4 — częściowo utrwalone roślinnością piaski wydymowe, 5 — piaski wydymowe współcześnie przewiewane, 6 — schematyczny przekrój poprzeczny przez wydmy: numery prób zgodne z tabelami. I — ostańce korazyjne w obrębie rynny, II — mikroformy zbudowane z grubych piasków

Situation outline of the dune in the Bayan-Nuurin-khotnor Basin. 1 — edges of the corrasion gully and of the deflation monadnocks, the arrow shows the direction of the wind, 2 — wet depressions at the bottom of the deflation basin (solańce), 3 — dense grasses on the edge of the basin, 4 — dune sands partially consolidated with the vegetation, 5 — dune sands blown today, 6 — schematic transversal profile through the dune: numbers of the samples correspond to the tables. I — corrasional monadnocks within the gully, II — microforms built by coarse sands

Akumulacja eoliczna dochodzi do 4 m miąższości na stokach i do 3 m w obrębie dna doliny. Głównym źródłem utworów eolicznych są piaski stożka rzeki Cagan-Turutuin oraz poziom piaszczyste dna kotliny. Rozwiewany jest też materiał ilasto-piaszczysty obszaru, gdzie głównym elementem morfologicznym są kopulaste i wałowe formy pingo, niekiedy kształtem przypominające wydmy. Proces ten jest przyspieszony wskutek przesuszenia wierzchołkowych partii pingo. Pod wpływem procesów eolicznych i letniego spłukiwania pokrywa mineralna zostaje zdarta, a odsłania się soczewa lodu gruntowego. W dalszym etapie tworzą się zagłębienia wytopiskowe lub jeziorka (1).

Należy podkreślić, że kotlina jest obszarem intensywnego wypasu bydła, które niszczy zwartą pokrywę roślinną. Przyspiesza to rozwój współczesnych procesów eolicznych i przeobrażanie powierzchniowej warstwy utworów pokrywowych.

GRANULOMETRYCZNA CHARAKTERYSTYKA BADANYCH UTWORÓW

Piaski wydymowe w okolicy Orok-nuur występują w kilku płatach skupionych głównie po północnej i wschodniej stronie jeziora. O rozmieszczeniu piasków eolicznych zdecydowały warunki paleogeograficzne i morfoklimatyczne (8, 10, 13). Już tylko rozmieszczenie tych piasków wskazuje na wyraźny ich związek z utworami stożków napływowych i delt dużych rzek, a zwłaszcza rzeki Tüin-goł, która transportuje współcześnie znaczne ilości piasków z górnej części swojego dorzecza.

Pod względem składu mechanicznego piaski wydymowe z rejonu Orok-nuur są do siebie podobne (tab. 1). Ich cechą charakterystyczną jest prze-

Tab. 1. Skład mechaniczny piasków eolicznych i rzecznych z Doliny Jezior i kotliny Bajan-Nuurin-chotnor
Mechanical composition of aeolian and fluvial sands from Lakes Valley and Bayan-Nuurin-khotnor Basin

Nr próby	Rodzaj osadu	średnica cząstek w mm, %						
		2,0	2,0-1,0	1,0-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,06	0,06
1	piasek wydymowy	-	0,0	2,8	23,6	61,4	11,2	1,0
2	piasek wydymowy	-	0,0	6,3	40,9	41,6	9,8	1,4
3	piasek wydymowy	-	0,0	7,4	15,0	65,1	12,1	0,4
4	piasek wydymowy	0,0	2,6	23,8	33,6	32,8	6,3	0,9
5	piasek wydymowy	6,0	42,3	10,4	15,9	20,6	4,5	0,3
6	piasek wydymowy	-	-	0,1	83,5	15,9	0,5	0,0
9	piasek wydymowy	0,0	21,6	42,7	11,0	13,3	9,4	2,0
10	piasek wydymowy	-	0,1	10,5	43,8	30,1	13,2	2,3
11	piasek wydymowy	-	0,0	13,0	44,5	25,0	15,5	2,0
12	piasek wydymowy	0,5	4,2	28,2	48,1	18,0	0,8	0,2
13	piasek rzeczny	2,4	2,2	10,0	48,4	30,0	4,8	2,2
14	piasek rzeczny	-	-	4,0	47,5	32,7	14,2	1,6

waga frakcji 0,25—0,1 mm, która stanowi 41—65%. Wykazują one duże wysortowanie, wyrażone przewagą dwu frakcji: 0,5—0,25 oraz 0,25—0,1 mm. Łączny udział tych frakcji przekracza 80%. W piaskach zaznacza się niewielka domieszka materiału pylastego (około 1%) oraz frakcji gruboziarnistej (średnio 5%).

Pewne zróżnicowanie zaznacza się w obróbce ziarna i to zarówno w grupie minerałów lekkich (kwarc), jak i ciężkich (amfibol) — tab. 3. W północno-zachodniej części rejonu wydmowego piaski zawierają 35% obtoczonych ziarn kwarcu, a tylko 10% kanciastych, natomiast wśród ziarn amfibolu jest 4% obtoczonych i 94% częściowo obtoczonych. Piaski z południowych i wschodnich okolic jeziora Orok-nuur są drobniejsze i wzrasta w nich udział ziarna kanciastego do 45%. Znaczna część ziarn ma ślady wietrzenia fizycznego. Wiązać się to może z okresowym podtapianiem tych piasków przez wody sezonowe spływające z północnego skłonu Altaju Gobijskiego, zwłaszcza w zespole wydm położonych po południowej stronie jeziora (10).

Inaczej nieco kształtują się stosunki granulometryczne piasków wydmowych występujących na terasach doliny Tün-goł (próby nr 4—6). Zaznacza się wyraźne zróżnicowanie pod względem składu mechanicznego. Piaski wydmowe tworzące formy kopiaste posiadają dużo grubych frakcji, niekiedy nawet ziarna o średnicy 1—2 mm stanowią ponad 40%. Znajdują się również ziarna o średnicy powyżej 2 mm. Materiał z wydm zalegających na krawędziach teras wykazuje większe podobieństwo do piasków eolicznych z okolic Orok-nuur. Ten materiał piaszczysty jest jednak lepiej wysortowany (próba nr 6) i przeważa w nim frakcja 0,5—0,25 mm (ponad 80%). Zaznacza się w tych piaskach większy udział ziarn obtoczonych (do 45%) i więcej jest przezroczystych ziarn kwarcu. Ziarna kwarcu częściowo obtoczone stanowią 50—60%, zaś w grupie minerałów ciężkich częściowo obtoczonych ziarn amfibolu jest powyżej 90%.

Wydmę w kotlinie Bajan-Nuurin-chotnor występują w postaci pojedynczych form utworzonych w bezpośrednim kontakcie materiału źródłowego lub w stosunkowo niedalekim jego sąsiedztwie. Dzięki temu zaistniała możliwość porównania piasków wydmowych z utworami macierzystymi. Do tego celu wybrano wydmę utworzoną u wylotu rynny korazyjnej (ryc. 3). Analizie poddano także materiał piaszczysty z koryt rzecznych oraz powierzchniowej warstwy piaszczysto-ilastej ze strefy pagórów pingo, ulegających procesom eolicznym.

Tab. 2. Skład mechaniczny utworów pokrywowych z kotliny Bajan-Nuurin-chotnor
Mechanical composition of cover formations from the Bayan-Nuurin-khotnor Basin

Nr próby	Pochodzenie osadu	2,0-1,0	1,0-0,5	0,5-0,25	0,25-0,10	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,005	0,005-0,002	0,002
7	ostaniec korazyjny	-	1,0	4,0	30,0	48,0	7,0	5,0	4,0	1,0
8	wałowiec s niecki deflacyjnej	-	3,0	10,0	31,0	29,0	4,0	9,0	8,0	6,0
15	pingo	-	5,0	9,0	22,0	28,0	8,0	8,0	10,0	9,0
16	pingo	-	5,0	12,0	8,0	14,0	4,0	17,0	30,0	10,0
17	materiał przewiany s pingo do zagłębienia	1,0	13,0	27,0	36,0	17,0	1,0	2,0	1,0	2,0

Rozwiewana pokrywa piaszczysto-pylasta poziomu akumulacyjnego kotliny charakteryzuje się przewagą piasków frakcji drobnej (tab. 2, próba nr 7). Piaski frakcji 0,25—0,1 mm stanowią 30%, natomiast ziarna o średnicy 0,1—0,05 mm dochodzą do 50%. Utwór ten zawiera do 10% domieszki materiału pylasto-ilastego. Ziarna kwarcu wykazują mniejszy stopień obróbki (powyżej 30% ziarn kanciastych) aniżeli amfibol. Częściowo obtoczonych ziarn kwarcu jest około 60%, natomiast amfibolowych ponad 90%. Pod względem obróbki materiału utwór ten jest podobny do piasków eolicznych z obszaru położonego na S i E od jeziora Orok-nuur. Nieco odmiennie cechy posiada przewiany materiał znajdujący się w zagłębieniach bezodpływowych niecki korazyjnej. Jest on wzbogacony we frakcje grubsze oraz w materiał ilasto-pylasty (próba nr 8).

U podstawy i w dolnej części dowietrznego (proksymalnego) stoku wydmy zalega materiał wleczony i toczony przez wiatr po powierzchni. Jest to strefa wydmy, gdzie występuje materiał najgrubszy i tworzy on charakterystyczne mikroformy wałowe o łukowatym przebiegu i asymetrycznym przekroju (ryc. 2—1). Materiał budujący te mikroformy zawiera ponad 20% ziarn o średnicy większej od 1 mm oraz powyżej 40% frakcji 1,0—0,5 mm. Udział obtoczonych ziarn kwarcu wynosi 25%. Natomiast w grupie amfiboli wzrasta udział ziarn kanciastych, podczas gdy w materiale macierzystym zawartość ich była znikoma. Najbardziej wysegregowany jest materiał w obrębie wierzchołkowej części wydmy. Przeważają tu frakcje piasku od 0,5 do 0,1 mm, które łącznie stanowią około 70%. Na stoku odwietrznym (dystalnym) wzrasta udział frakcji grubszych (próba nr 12). Zwraca uwagę występowanie dużej ilości ziarn kanciastych zarówno kwarcu (ponad 30%), jak i amfibolu (95%). Zjawisko to należy wiązać z intensywnym wietrzeniem fizycznym (mikrogeliwacja), które w warunkach klimatu zimnego suchego jest szczególnie silne (7, 8), a także z większą podatnością ziarn kanciastych na rozwiewanie (11, 13).

Cechy granulometryczne utworów innych środowisk sedymentacyjnych kotliny Bajan-Nuurin-chotnor wyraźnie odbiegają od cech materiału eolicznego. Pod względem składu mechanicznego najbardziej podobne do wydm są piaski rzeczne ze współczesnego koryta rzeki Olgoin (próba nr 14), natomiast piaski z Turutuin-goł są mniej wysegregowane (próba nr 13). Zaznacza się również podobieństwo w obróbce piasków rzecznych, a mianowicie stosunkowo duży udział ziarn obtoczonych, z tym że przeważają przezroczyste ziarna kwarcu. W wydmych piaskach kotliny więcej jest ziarn zmatowiałych. Utwory piaszczysto-ilaste ze strefy występowania pingo są dość zróżnicowane (próby nr 15, 16) pod względem składu mechanicznego i obtoczenia ziarn kwarcu i amfibolu. W warstwie przypowierzchniowej materiał jest zmatowiały, co wskazuje na działalność procesów eolicznych. Współcześnie odbywa się przewiewanie materiału i akumulacja

wanie go w zagłębieniach na obszarze kotliny. Proces przewiewania przyspieszony jest przez zniszczenie szaty roślinnej w wyniku intensywnego wypasu bydła. Zdarty przez wiatr materiał z kopców i wałowych form pingo, osadzony w miejscach zacisznych, jest niemal pozbawiony drobnych frakcji (próba nr 17). Zaznacza się natomiast wyraźna tendencja do wzrostu materiału kanciastego (35% kwarc, 62% amfibol). Ziarna oboczne występują w ilości niewielkiej (2—10%).

Tab. 3. Obtoczenie ziarn amfibolu i kwarcu (dla frakcji 0,1—0,25 mm); K — kanciaste, CO — częściowo obtoczone, O — obtoczone
Grinding of the granules of amphibol and quartz (fractions 0.1—0.25); K — angular, CO — partly-rounded, O — rounded

Nr próbki	Amfibol			Kwarc		
	K	CO	O	K	CO	O
1	2	94	4	10	55	35
2	20	80	—	45	50	5
3	16	84	—	24	70	6
4	10	90	—	4	51	45
5	2	93	5	6	54	40
6	—	97	3	11	60	29
7	1	94	5	31	61	8
8	65	35	—	6	80	14
9	61	39	—	6	69	25
10	20	80	—	10	70	20
11	43	57	—	8	67	25
12	95	5	—	32	62	6
13	91	9	—	13	67	20
14	27	73	—	6	69	25
15	83	17	—	30	52	18
16	57	43	—	10	60	30
17	62	36	2	35	55	10

Porównując piaski eoliczne z utworami innych środowisk sedymentacyjnych występujących w kotlinie Bajan-Nuurin-chotnor poczyniono kilka spostrzeżeń, dotyczących przemian luźnych utworów pod wpływem procesów eolicznych i wietrzenia fizycznego. W pierwszej fazie procesy eoliczne prowadzą do zubożenia utworów we frakcje drobne, które są odprowadzane dalekim transportem, podczas gdy grubsze frakcje podlegają obróbce i akumulacji eolicznej (co jest faktem powszechnie znanym). Drugą fazę przekształcania materiału eolicznego stanowi wietrzenie fizyczne, działające równocześnie z obróbką eoliczną i zakłócające jej efekt. Fakt ten należy wiązać z częstszym, a zatem i dłuższym ekspozycją materiału na zmiany termiczne, które w tych warunkach klimatycznych prowadzą do intensywnej mikrogeliwacji. Pewną rolę we wzbogaceniu w materiał kanciasty może odgrywać większa podatność ziarna kanciastego na wyruszenie przez wiatr (11, 13).

SKŁAD MINERALOGICZNY UTWORÓW

Dla pełniejszej charakterystyki utworów wykonano analizy minerałów ciężkich. Ze względu na różną odporność na procesy wietrzenia wyodrębniono cztery grupy minerałów. Grupa minerałów bardzo odpornych reprezentowana jest przez cyrkon, rutyl i turmalin. Minerale odporne to: dysten, staurolit, sylimanit, muskowitz oraz tytanit. Wśród średnio odpornych wyróżniono: epidot, zoizyt i granat. Do grupy minerałów mało odpornych zaliczono: amfibol, piroksen, biotyt, chloryt i apatyt (tab. 4).

Porównanie utworów z Doliny Jezior i kotliny Bajan-Nuurin-chotnor pozwala zauważyć różnice w zawartości poszczególnych grup minerałów.

Piaski wydmy z okolicy jeziora Orok-nuur zawierają stosunkowo niedużą ilość frakcji ciężkiej (3,16—7,04%), w tym minerałów nieprzezroczystych od 23% do 38,6%. Piaski te charakteryzują się niskim udziałem minerałów bardzo odpornych i odpornych. Dominują natomiast minerale mało odporne, a zwłaszcza amfibol (do 58%) i piroksen (około 40%).

Wydmę występującą na terasach doliny Tüin-goł posiadają podobny skład mineralogiczny. Dominują minerale mało odporne. Wśród minerałów grupy bardzo odpornych zaznacza się większy udział rutylu (do około 12%), zwłaszcza w obrębie wydmy utworzonych na krawędziach wyższych teras. Większy procent rutylu w tych wydmach może być spowodowany dalszym transportem eolicznym.

Utwory eoliczne w kotlinie Bajan-Nuurin-chotnor zajmują małe powierzchnie i są zlokalizowane w bezpośrednim lub stosunkowo bliskim kontakcie z utworem macierzystym. Stąd łatwiejsze są do uchwycenia przemiany materiału źródłowego pod wpływem procesów eolicznych.

Piaski poziomu akumulacyjnego, ulegające przewiewaniu, wykazują pod względem udziału frakcji ciężkiej pewne analogie z piaskami wydmy występującymi na terasach Tüin-goł. Duży jest udział minerałów o pokroju blaszkowym, zwłaszcza biotytu i chlorytu. W przekroju poprzecznym wydmy najbardziej uderzający jest stopniowy wzrost frakcji ciężkiej (4,3—13,2%). Wzrasta też ilość amfibolu: od 65 do 80%. W wyniku działania procesów eolicznych minerale z grupy łuszczyków są odprowadzane. Zawartość łączna tych minerałów w stosunku do utworu wyjściowego zmalała niemal pięciokrotnie. Na podkreślenie zasługuje fakt, że koncentracja minerałów ciężkich jest największa na stoku odwiernym wydmy (11, 12) i przekracza 13%. Występują większe koncentracje minerałów nieprzezroczystych, a więc tlenków żelaza i tytanu, które po wzbogaceniu mogłyby być wykorzystane do celów praktycznych.

Utwory innych środowisk (piaski rzeczne i utwory piaszczysto-ilaste ze strefy występowania pingo) zawierają przeciętnie około 6% frakcji ciężkiej i od 10% do 20% minerałów nieprzezroczystych. Wśród minerałów

Tab. 4. Skład mineralny frakcji ciężkiej
Mineral composition of heavy fraction

Nr próbki	Frakcja ciężka w %	Minerały przezroczyste $\Sigma = 100\%$													bardzo odporne	średnio odporne	mało odporne		
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				16	17
1	5,80	33,6	3,1	3,1	0,6	-	-	3,6	-	-	3,0	13,3	1,2	6,0	52,2	11,5	1,2	0,6	0,6
2	7,04	38,6	0,8	3,1	-	-	-	-	-	2,4	10,2	2,4	0,8	39,5	32,3	39,5	2,5	5,2	0,8
3	3,16	22,8	1,9	3,7	2,5	0,6	2,5	2,5	-	1,9	9,3	-	4,3	12,3	58,0	12,3	0,6	1,2	1,2
4	4,38	21,7	1,2	4,3	-	0,6	1,2	1,6	-	2,4	10,6	1,2	7,0	58,2	55,0	10,0	1,2	1,2	-
5	4,03	24,4	0,6	5,3	-	-	1,6	3,3	0,8	2,5	16,7	0,8	10,0	39,2	9,2	9,2	2,5	0,8	-
6	7,60	44,7	1,7	11,7	0,8	-	0,8	0,8	-	0,8	11,8	-	0,8	47,9	3,4	22,7	9,3	-	-
7	4,11	18,5	0,8	1,7	-	-	0,7	0,7	-	0,7	13,6	2,1	2,1	58,2	8,2	2,7	3,4	-	-
8	3,05	12,6	1,4	6,2	-	-	1,3	1,3	-	-	9,5	0,0	-	65,1	14,9	1,3	3,4	0,6	-
9	4,38	16,9	0,6	2,7	-	-	0,6	0,6	-	1,8	4,1	0,6	1,2	74,8	8,9	-	3,5	0,6	-
10	4,94	18,7	0,6	2,7	0,6	-	2,3	2,3	-	1,8	7,4	1,2	1,2	69,0	10,0	1,8	2,3	1,8	-
11	5,94	18,2	-	1,2	-	-	-	-	-	1,6	4,0	0,4	0,8	80,0	7,2	0,8	2,4	-	-
12	13,21	13,7	0,8	0,8	0,8	-	2,6	-	-	1,6	5,3	0,6	0,6	76,0	8,0	4,0	-	-	-
13	6,79	11,8	-	1,3	-	-	0,6	0,6	-	2,2	8,3	0,6	-	71,1	9,4	1,1	3,3	1,1	-
14	5,79	10,8	0,6	1,7	-	-	1,5	-	-	0,8	5,3	-	0,8	77,8	3,1	7,6	0,8	-	-
15	5,65	14,9	0,8	1,5	-	-	1,3	-	-	1,7	10,3	1,9	2,6	52,6	16,0	3,9	5,1	1,9	-
16	4,54	19,2	-	1,9	0,6	-	0,7	-	-	2,0	10,0	1,7	2,0	66,0	6,7	1,3	4,0	2,0	-
17	6,52	11,8	2,0	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oporność na procesy wietrzenia chemicznego		5	bardzo odporne			odporne			średnio odporne			mało odporne							
			6			7			8			9							

przezroczystych wyraźnie dominuje amfibol, którego udział waha się od 52% do 76,6%. Analiza składu mineralnego frakcji ciężkich wskazuje we wszystkich badanych próbkach na zdecydowaną przewagę minerałów mało odpornych na wietrzenie chemiczne, takich jak amfibol, piroksen, biotyt, chloryt i apatyt. Wśród nich dominuje amfibol, mniejszy jest udział piroksenu, a pozostałe minerały mało odporne (z wyjątkiem biotytu) występują w ilości do kilku procent. Minerały bardzo odporne: cyrkon, rutyl i turmalin stanowią stosunkowo mały procent frakcji ciężkiej. Przewaga minerałów mało odpornych wskazuje, że w procesie tworzenia się utworów okruchowych wietrzenie mechaniczne przeważało nad wietrzeniem chemicznym.

UWAGI KOŃCOWE

W świetle przeprowadzonej charakterystyki utworów i obserwacji terenowych zarysowuje się kilka uwag o znaczeniu zarówno ogólnym, jak też praktycznym.

Piaski wydymowe wykazują wspólną cechę, a mianowicie zróżnicowanie lokalne związane ze źródłem materiału i bliskim transportem eolicznym. To zróżnicowanie widoczne jest w uziarnieniu i obróbce materiału oraz w składzie mineralogicznym.

Na podstawie analiz laboratoryjnych można stwierdzić pewną odrębność utworów eolicznych Doliny Jezior w stosunku do wydym śródgórskiej kotliny Bajan-Nuurin-chothnor. Piaski wydymowe z okolic Orok-nuur są dobrze wysegregowane, natomiast pod względem obróbki materiału wyróżniają się wydmy zalegające na terasach doliny Tüin-goł. Wydmy te zawierają więcej materiału obtoczonego. Ich cechą wspólną jest duża ilość błyszczących ziarn kwarcu i przewaga minerałów mało odpornych na wietrzenie chemiczne. Pod tym względem piaski eoliczne Doliny Jezior są podobne do wydym z Kotliny Wielkich Jezior (11, 12).

Wydmy z kotliny Bajan-Nuurin-chothnor charakteryzują się mniejszym wysegregowaniem i większym zmatowieniem ziarn kwarcu oraz różną, niekiedy bardzo dużą, koncentracją minerałów ciężkich. Cechy te wskazują na pewną odrębność tych wydym. Materiałem wyjściowym są utwory miejscowe przekształcone przez procesy eoliczne. Przekształcanie to odbywa się na drodze bliskiego transportu i prowadzi do segregacji materiału i jego obróbki mechanicznej oraz koncentracji minerałów ciężkich. Znaczna ilość, zwłaszcza tlenków żelaza i tytanu, może po wzbogaceniu mieć pewne znaczenie praktyczne, jednak do tego celu potrzebne są odrębne badania polowe i laboratoryjne.

Luźne utwory wypełniające kotlinę ulegają współcześnie przekształ-

caniu w warstwie przypowierzchniowej nie tylko w porach wiania silnych wiatrów wiosennych, lecz także w okresie suchego lata poprzez samotnie wędrujące wiry powietrzne.

Wykładnikiem klimatu jest duża zawartość minerałów mało odpornych na procesy wietrzenia chemicznego, stwierdzona w badanych utworach. W klimacie zimnym i suchym procesy wietrzenia chemicznego przebiegają powoli, zaś bardzo intensywne jest wietrzenie fizyczne, prowadzące do rozdrabniania materiału.

LITERATURA

1. Babiński Z., Grześ M.: Badania nad zmarzliną w kotlinie rzek Cagan-Turutuini i Olgoj. Raport z badań terenowych Mongolsko-Polskiej Ekspedycji Fizyczno-Geograficznej. Kraków 1974.
2. Gavrilova M. K.: Climatic Factors of Permafrost Formation and Evolution. Geocryological Conditions of the Mongolian Peoples Republic. Moscow 1974, ss. 1—29.
3. Gravis G. F.: Geographic Extent and Thickness of Permafrost. Geocryological Conditions of the Mongolian Peoples Republic. Moscow 1974, ss. 30—48.
4. Jahn A.: Zagadnienia strefy peryglacjalnej. PWN, Warszawa 1970.
5. Masłowski W., Trembaczowski J.: Piaski wydmore południowego obrzeżenia Kotliny Wielkich Jezior w zachodniej Mongolii (Dünensande der südlichen Umrandung des Beckens Grosser Seen in der westlichen Mongolei). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XX, Lublin 1965, ss. 55—88.
6. Murzajew E.: Mongolia. Opis fizyczno-geograficzny. Warszawa 1957.
7. Pękala K.: Współczesne procesy morfogenetyczne w strefie południowego skłonu Changaju. Raport z badań terenowych Mongolsko-Polskiej Ekspedycji Fizyczno-Geograficznej IG PAN. Kraków 1974.
8. Pękala K.: Contemporary Morphogenetic Processes in the Sant Valley. Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences. Warszawa 1975 (w druku).
9. Praca zbiorowa pod redakcją N. A. Florensova i V. P. Sołonienko: Gobi Altai Earthquake. Moscow 1963.
10. Selivanov: Neotectonics and Geomorphology of the Mongolian Peoples Republic. Moscow 1972.
11. Trembaczowski J.: Charakterystyka i morfologia luźnych utworów różnych środowisk sedymentacyjnych Kotliny Wielkich Jezior w zachodniej Mongolii. Rozprawa habilitacyjna. Zakład Geografii Fizycznej UMCS, Lublin 1967.
12. Trembaczowski J.: Barchany północnego brzegu jeziora Char-us-nuur w Kotlinie Wielkich Jezior (zachodnia Mongolia) (Barchane des nördlichen Seeufers von Char-us-nuur im Becken der Grossen Seen [westliche Mongolei]). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XXI, Lublin 1966, ss. 87—110.
13. Trembaczowski J.: Wpływ czynników klimatycznych na charakter morfoskopowy luźnych utworów Kotliny Wielkich Jezior w zachodniej Mongolii (Der Einfluss von Klimafaktoren auf den morphoskopischen Charakter loser Gebilde des Beckens Grosser Seen in der westlichen Mongolei). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XXII, Lublin 1967, ss. 1—38.

OBJAŚNIENIA FOTOGRAFII

Fot. 1. Barchany w Dolinie Jezior.

Fot. 2. Zespół wydym kopczykowatych po północno-zachodniej stronie Orok-nuur (stanowisko 1, ryc. 2). Na drugim planie masyw Iche-Bogdo (3957 m npm).

Fot. 3. Zespół rozwiewanych i okresowo podtapianych wydym kopczykowatych znajdujących się po południowej stronie jeziora Orok-nuur. Widoczne ślady korazji na łodygach saksaułu (stanowisko 2).

Fot. 4. Wydmy kopczykowate w obrębie dna doliny Tüin-goł.

Fot. 5. Wydmy utworzone na krawędziach teras Tüin-goł.

Fot. 6. Fragment kotliny Bajan-Nuurin-chotnor. I, II, III — poziomy akumulacyjne.

Fot. 7. Poziom ilasto-piaszczysty o fallistej i pagórkowatej powierzchni związanej ze zjawiskami zmarzlinowymi.

Fot. 8. Przykład wydmy w kotlinie Bajan-Nuurin-chotnor (fotografie wykonał K. Pękala).

РЕЗЮМЕ

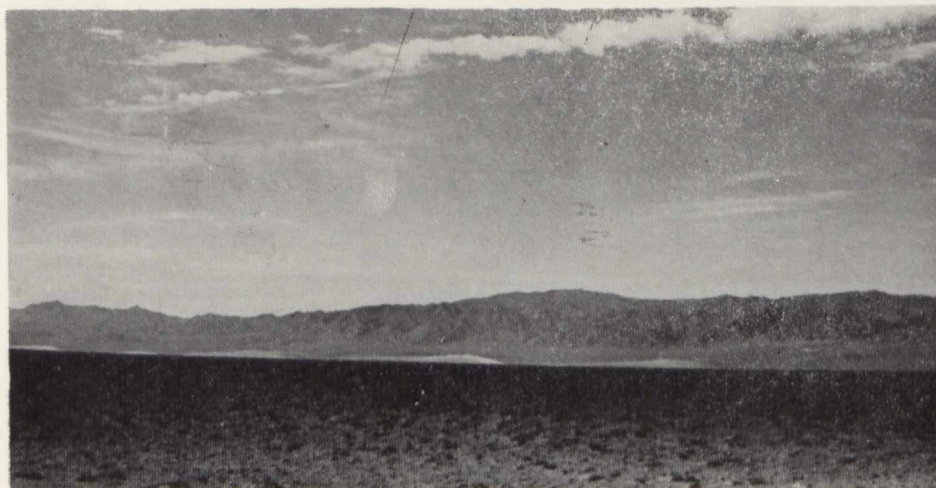
Во время первой Монгольско-Польской физико-географической экспедиции „Хангай — 1974” проводились наблюдения золотых процессов. Они проводились в Долине Озер в районе Орок-нуур и в нижнем течении долины реки Тюин-гол а также в среднегорной котловине Баян-Нуурин-хотнор, расположенных в аймаке Баян-хонгор (рис. 1, 2, 3, фото 1—8).

В работе представлены результаты лабораторных анализов механического состава (табл. 1, 2), минерального состава (табл. 4), окатанность золотых песков и покровных образований водного происхождения (табл. 3). Целью работы была попытка сопоставления этих отложений в аспекте перемен исходного (материнского) материала, происходивших под влиянием золотых процессов и физического выветривания.

Дюнные пески предъявляют локальные разницы происходящие из различных источников материала и близкого золотого транспорта. Эти разницы проявляются в грануляции и степени окатанности материала а также в минералогическом составе (табл. 1—4).

Констатировано некоторые своеобразия золотых отложений Долины Озер (пробы 1—6) по отношению к дюнам среднегорной котловины Баян-Нуурин-хотнор (пробы 9—13). Дюнные пески из Долины Озер хорошо сортированные. Они содержат больше окатанного материала, значительное количество блестящих зерен кварца и характеризуются преобладанием минералов малоустойчивых на процесс химического выветривания. Поэтому дюнные пески из Долины Озер похожие на дюнные пески из котловины Великих Озер Западной Монголии (5, 11, 12).

Дюнные пески из котловины Баян-Нуурин-хотнор характерны меньшей сортировкой материала, большей матовостью зерен кварца а также разной, иногда очень большой, концентрацией тяжелых минералов (пробы 9—12). Исходным материалом являются местные образования переформированные золотыми процессами (пробы 13—17). Переформирование происходит на пути близкого транс-



Fot. 1



Fot. 2



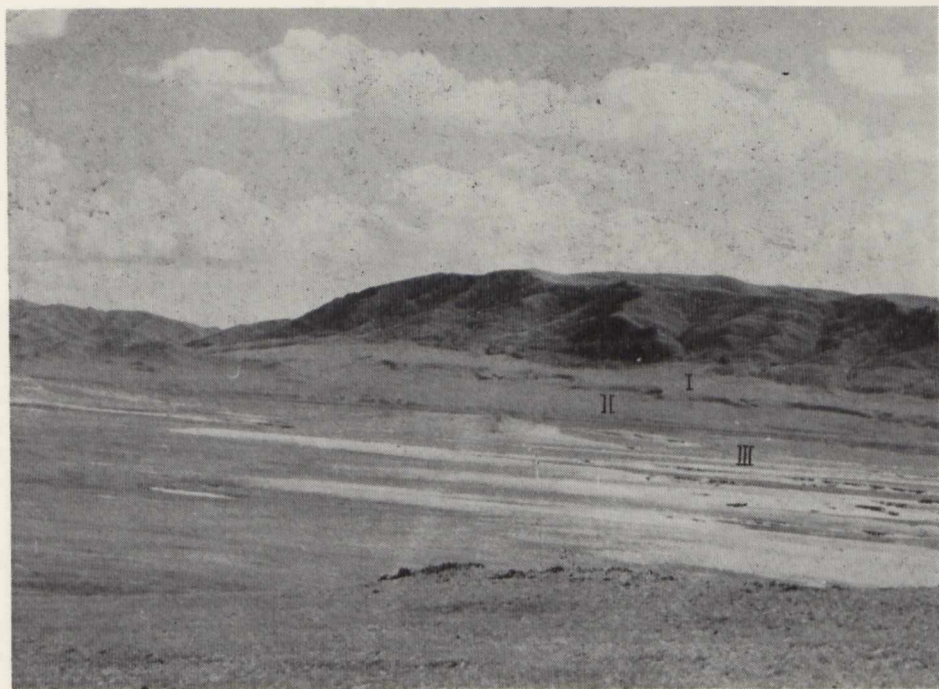
Fot. 3



Fot. 4



Fot. 5



Fot. 6

Radnagin Lomborinczen, Jan Morawski, Kazimierz Pękala



Fot. 7



Fot. 8

порта. Оно приводит к сегрегации материала и его механической обработки, а также к концентрации тяжелых минералов (рис. 3). Эти процессы развиваются во времена сильных ветров весной и во время сухого лета — через отдельно проходящие воздушные вихры.

В зимном, сухом климате процессы химического выветривания происходят медленно, но физически очень быстро (7, 8), что приводит к разрушению материала. Это является причиной большого количества минералов слабоустойчивых химическому выветриванию во всех рыхлых отложениях исследованных районов.

Большое скопление тяжелых минералов может иметь некоторое практическое значение, но для этих целей нужны специальные полевые и лабораторные исследования.

ОБЪЯСНЕНИЯ ТАБЛИЦ, РИСУНКОВ И ФОТОГРАФИЙ

Табл. 1. Механический состав золотых и речных песков из Долины Озер и котловины Баян-Нуурин-хотнор.

Табл. 2. Механический состав покровных образований из котловины Баян-Нуурин-хотнор.

Табл. 3. Окатанность зерен амфибола п кварца (для фракции 0,1—0,25 мм). К — острогранные, СО — частично окатанные, О — окатанные.

Табл. 4. Минеральный состав тяжелой фракции.

Рис. 1. Местоположение районов исследований. А. В. С — районы из которых взяты пробы для лабораторных исследований.

Рис. 2. Геологический эскиз окрестности озера Орок-нуур (по А. Ескину, Р. А. Куришину, Н. А. Логачову и др., 9). 1 — дюнные пески, 2 — песчано-глинисто-гравиевые образования, 3 — пролювиальные и коллювиальные отложения, 4 — озерные и дельтовые пески и илы, 5 — осадочные, магмовые и метаморфические горные породы северного склона Гобийского Алтая (хребет Ихе-Богдо), 6 сбросы (разрывы) образованные во время землетрясения (4 декабря 1957 г.).

Рис. 3. Ситуационный эскиз дюны в котловине Баян-Нуурин-хотнор. 1 — уступы корразионной ринны и дефляционных останцов; стрелка показывает направление ветра, 2 — подтопленное углубление на дне дефляционной мульды (солонцы), 3 — сплошной травяной покров на крае мульды, 4 — частично укрепленные растительностью дюнные пески, 5 — дюнные пески ныне активные, 6 — схематический поперечный разрез через дюнную форму: номера проб как в таблицах. I — корразионные останцы в пределах ринны, II — микроформы сложенные крупными песками.

Фото 1. Барханы в Долине Озер.

Фото 2. Соединение конусообразных дюн на северо-западной стороне Орок-нуур (пост № 1, рис. 2). На втором плане виден массив Ихе-Богдо (3957 м н.у.м.).

Фото 3. Скопление развеянных и временно подтапливаемых конусообразных дюн находящихся по южной стороне озера Орок-нуур. Видны следы корразии на ветках саксаула (пост № 2).

Фото 4. Конусообразные дюны в пределах дна долины Тюин-гол.

Фото 5. Дюны образованные на уступах террас Тюин-гол.

Фото 6. Фрагмент котловины Баян-Нуурин-хотнор. I, II, III — аккумуляционные уровни.

Фото 7. Илесто-песчанистый уровень с волнообразной и бугрообразной поверхностью связанной с мерзлотными явлениями.

Фото 8. Пример дюны в котловине Баян-Нуурин-хотнор.

SUMMARY

The aeolian processes during the first Mongolian-Polish Physico-Geographical Expedition "Khangaj — 1974" were subject to observation. The investigation was carried out in the Orok-nuur region of the Lakes Valley as well as in the lower part of the Tüin-goł valley and in the mountainous Bayan-Nuurin-khotnor Basin, situated in the Bayan Chongor ajmak (Figs. 1, 2, 3, photos 1—8).

The paper presented deals with the results of the laboratory analyses of the mechanical (Tables 1, 2) and mineral (Table 4) composition as well as the degree of grinding of the aeolian sands and cover materials which came into existence under the influence of water accumulation (Table 3). The aim of the paper is an attempt to compare these formations in the aspect of the transformations of the source material, taking place under the influence of the aeolian processes as well as under physical weathering.

Aeolian sands show local differentiation depending on the source of the material and on the aeolian transportation for short distances. The differentiation is to be seen not only in the granulation and grinding of the material, but also in its mineralogical composition (Tables 1—4).

It has been stated that there is a certain separate feature of the aeolian formations of the Lakes Valley (samples Nos. 1—6) in relation to the mountainous Bayan-Nuurin-khotnor Basin (samples Nos. 9—13). The dune sands from the Lakes Valley are well sorted out. They contain more of the ground material as well as a large amount of glittering quartz granules and they are characterized by a dominant part of the minerals less resistant to the processes of chemical weathering. For that reason the dune sands from the Lakes Valley are similar to those of the dunes from the Great Lakes Valley in Western Mongolia (5, 11, 12).

Dune sands from the Bayan-Nuurin-khotnor are characterized not only by the weaker sorting out of the material and stronger matting of the quartz granules but also by various, sometimes very large, concentrations of heavy minerals (samples Nr 9—12). Local formations transformed by the aeolian processes from the initial materials (samples Nos. 13—17). The transformation takes place during the short distance of transportation. It leads to the segregation of the material and to its mechanical grinding as well as to the concentration of heavy minerals (Fig. 3). The processes develop during strong winds in spring and during the dry summer seasons by single, wandering eddies.

In the dry, cold climate the chemical weathering processes occur slowly but the physical weathering is very intensive (7, 8) and leads to the decomposition of the formations. Because of this phenomenon, in all loose formations of the terrain investigated, there is a big amount of the minerals insufficiently resistant to the chemical weathering, but first special field and laboratory researches must be carried out.

A considerable concentration of the heavy minerals may have some practical use.

EXPLANATIONS TO PHOTOGRAPHS

Photo. 1. Sickle-shaped dunes within the Lakes Valley.

Photo. 2. Complex of the hillock dunes on the North-West side of the Orok-nuur post 1, Fig. 2). In the background Iche-Bogdo massif (3957 m a.s.l.).

Photo. 3. Complex of the blown and periodically wet hillock dunes at the southern side of the Orok-nuur lake. The traces of the corrision visible on the stem of the saksaul (post 2).

Photo. 4. Hillock dunes within the bottom of the Tüin-gol valley.

Photo. 5. Dunes formed on the terrace edges of the Tüin-gol.

Photo. 6. Fragment of the Bayan-Nuurin-khotnor Basin. I, II, III — accumulation levels.

Photo. 7. Loamy-sandy level with the undulated and hilly surface connected with permafrost phenomena.

Photo. 8. Example of a dune in Bayan-Nuurin-khotnor Basin. Photo, by K. Pekala.

