

ANDRZEJ OBERC

ANALIZY PETROGRAFICZNE LESSU Z TIOTDZ-GO

(rejon Si-Min, prowincja Szan-Si, Chiny)

(3 fig.)

Petrographic analyses of loess from Tiotdz-Go

(Si-Min, Szan-Si, China)

(3 fig.)

Streszczenie. Opracowano petrograficznie profil złożony z 4 prób czwartorzędowego lessu malańskiego z miejscowości Tiotdz-Go (40 km na S od Tai-Juań, prowincja Szan-Si, Chiny). Wyniki analiz składu granulometrycznego wskazują, że średnie wielkości ziarn badanego lessu są nieco niższe od średnich lessów polskich.

Zawartość minerałów ciężkich jest wyższa niż w skałach osadowych fliszu Karpat. Średnica ziarn ciężkich minerałów jest większa od średnicy ziarn frakcji skaleniuowo-kwarcowej lessu. Na tej podstawie autor wnioskuje, że pył lessowy bezpośrednio po osadzeniu był niszczone i przemieszczany przez wiatry. Skład procentowy zespołu ciężkich minerałów w lessie chińskim jest nieco inny niż w lessach polskich.

Wyniki analiz chemicznych, termicznych wagowych, termicznych różnicowych (DTA) wykazują, że less malański zawiera więcej kaolinitu, mniej piasku i podobne ilości montmorillonitu, kalcytu i substancji organicznej jak lessy polskie.

WSTĘP

Przystępując do opracowania petrograficznego chińskich lessów prowincji Szan-Si wykonano wstępnie 4 analizy petrograficzne lessu malańskiego z miejscowości Tiotdz-Go, położonej w rejonie Si-Min, około 40 km na S od stolicy prowincji Szan-Si miasta Tai-Juań (fig. 1). Ponieważ wyniki analiz zdają się być interesujące ze względu na zaznaczające się różnice między podobnymi wynikami opracowań polskich lessów, postanowiono opublikować je, zastrzegając, że charakteryzują one jedynie część profilu lessowego podanych wyżej okolic i w żadnym przypadku nie mogą być odniesione do wtórnie sedymentowanych lessów Niziny Północno-Chińskiej. Analizowane lessy reprezentują stropową część profilu tzw. lessu malańskiego, uważanego za czwartorzędowy less pierwotny, którego tworzenie się przy równoczesnym silnym niszczeniu trwa w czasie obecnym.

Pobrane próby poddano analizie granulometrycznej, zanalizowano ciężkie minerały, przeprowadzono chemiczną analizę racjonalną, termiczną analizę wagową (termolizę) oraz analizę termiczną różnicową. Uzyskane rezultaty porównano z odpowiednimi wynikami niektórych lessów polskich.

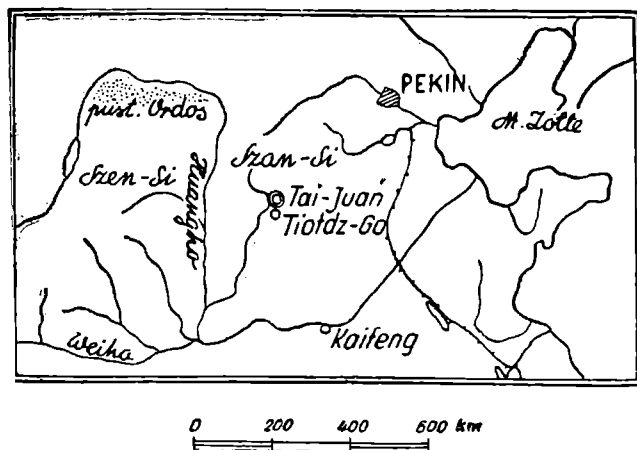


Fig. 1. Mapka orientacyjna
Fig. 1. Sketch map

W tym miejscu pragnę podziękować prof. drowi J. Tokarskiemu za dyskusję i cenne uwagi oraz kolegom, pracownikom Zakładu Petrografii Akademii Górniczo-Hutniczej: drowi W. Parachoniakowi (analiza termiczna różnicowa), mgr B. Oszackiej (analiza chemiczna), mgr inżynierom W. Kowalskiemu i A. Maneckiemu (krzywe rozsiewu ziarn lessu i ciężkich minerałów, termooanaliza) za pomoc w wykonaniu tej pracy.

SYTUACJA GEOLOGICZNA

Próby lessu pobrano na jednym ze zboczy w bliskim sąsiedztwie kopalni węgla kamiennego Tiotdz-Go.

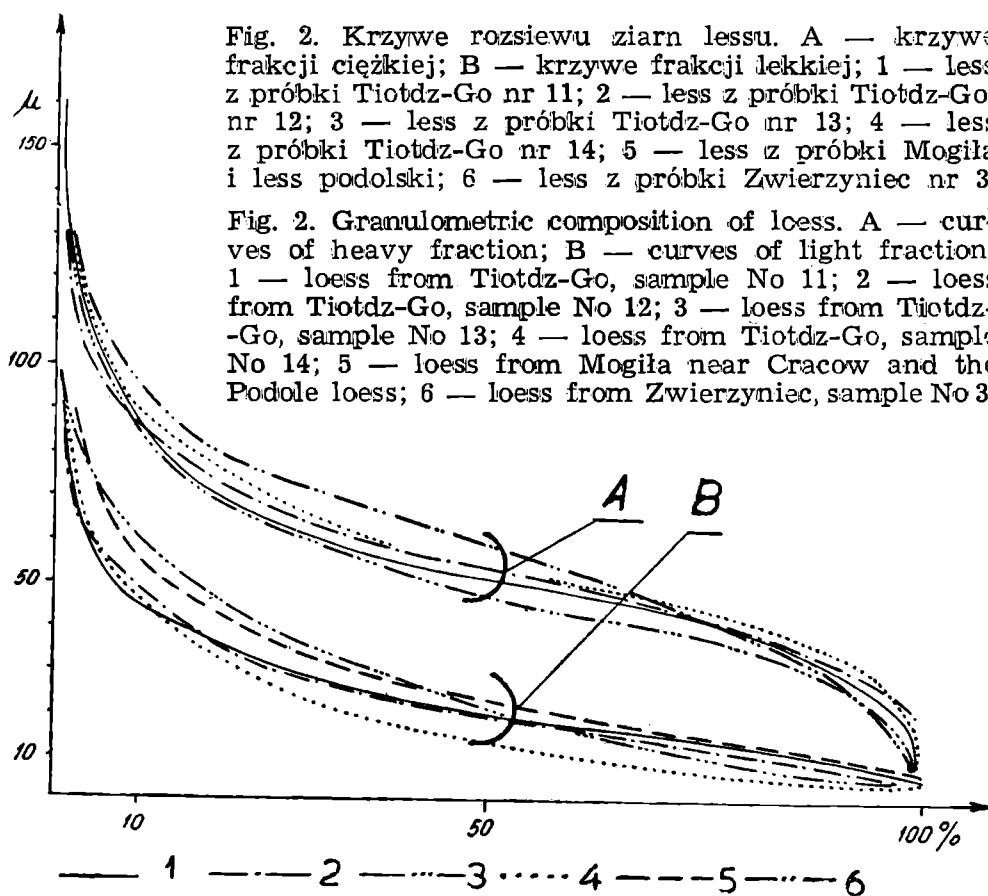
W okolicy tej na węglonośnych utworach permskich leżą gliny barwy rdzawobrunatnej, czerwonawej lub czerwonej, zmieniającej się ku stropowi w szarawobrunatną. Struktura glin jest pelityczna, z niewielką ilością psammitowych ziarn kwarcu i blaszek miki. W skale widoczne są liczne pionowe otworki o średnicy 1—3 mm., w których spotyka się sporadycznie zbutwiałe źdźbła roślin. W stanie suchym skała jest stosunkowo twarda i zwięzła. Utwór ten nazywają chińscy geolodzy glinami trzeciorzędowymi. Spągowe partie glin zawierają ostrokrawędzisty rumosz skał starszych (głównie piaskowców permskich i wapieni ordowickich), w stropie zaś pojawiają się kukielki lessowe. Przejście od glin do wyżejległych lessów malańskich jest niezbyt ostre. Granicę stawia się w miejscu, gdzie skała przybiera barwę brunatnawoszarą i nie zawiera już poroślinnych otworków. Miąższość trzeciorzędowych glin w okolicy Tiotdz-Go waha się około 50 m. Być może, że stropowa partia glin reprezentuje fragmenty trudnego niejednokrotnie do odróżnienia od nich tzw lessu czerwonego, bardzo dobrze wykształconego w innych rejonach prowincji Szen-Si. Less czerwony leży na trzeciorzędowych glinach i podściela wyżejległe lessy malańskie.

Less malański jest skałą pelityczną, barwy brunatnoszarej lub żółtawoszarej. Nie wykazuje warstwowania, łatwo daje się rozcierać w palcach. W profilu widnieją tu i ówdzie partie bardziej brunatne, świadczące o migracji wodorotlenków żelaza. Tworzy charakterystyczne prostopadłe do poziomu, pionowo splekane ściany wysokości od kilku do kilkudziesięciu metrów. W stropowych partiach zawiera zazwyczaj zbutwiałe korzonki roślin, sięgające w głąb skały nawet do 2 m.

Mięższość lessu w miejscu pobrania profilu wynosi około 60 m. Podane analizie petrograficznej próby oznaczone numerami 11, 12, 13 i 14 pobrane zostały w pięciometrowej szkarpie w stropowej partii odsłoniętego tu w szeregu prostopadłych ścianach lessu. Wysokość n.p.m. punktu pobrania próby Nr 11 wynosi 1400 m. Próby 12, 13 i 14 pobrano w odstępach co 1 m w kierunku stropu.

SKŁAD GRANULOMETRYCZNY

Oznaczenie składu granulometrycznego badanych próbek przeprowadzono w preparatach proszkowych przez pomiar maksymalnych średnic ziarn minerałów detrytycznych. Substancję ilastą i ziarna o średnicy mniejszej od 0,006 mm odszlamowano na drodze sedimentacyjnej. Pomiarów dokonano przy użyciu uniwersalnego mikroskopu polaryzacyjnego ROW (okular 6, obiektyw 45/065).



Wyniki uzyskanych pomiarów przedstawiono w postaci krzywych sumacyjnych na fig. 2, na którą dla porównania naniesiono krzywą lessów podolskich według J. Tokarskiego (1935).

Rezultatem pomiarów jest stwierdzenie, że badane lessy reprezentują skałę bardzo drobnoziarnistą, w której przeważają ziarna od kilku do około 30 mikronów średnicy. Ziarna większe występują w ilości nie prze-

kraczącej 25%. Średnia (ważona) wielkości ziarn dla poszczególnych próbek wynosi (tabela 1)

Tabela (Table) 1

Próba nr	11	12	13	14	Grzybowice ¹		Zwierzyniec ²	
					minim.	maksim.	minim.	maksim.
Śr. wielkość ziarn w mikron.	21	25	25	18	23	37	19	31

1 — wg Tokarskiego (1935).

2 — wg Tokarskiego (1961).

Porównanie badanych lessów z wynikami analizy granulometrycznej lessów z Podola oraz z Mogiły k. Krakowa nie wykazuje zasadniczych różnic w przebiegu krzywej rozsiewu wielkości ziarn. Różnice natomiast występują w średniej wielkości ziarn. Z danych wynika, że lessy Podola i okolic Krakowa reprezentują odmianę bardziej gruboziarnistą w stosunku do lessów z Tiotdz-Go.

CIEŻKIE MINERAŁY

Cieźkie minerały wydzielano z prób trawionych uprzednio w ok. 5% HCl i szlamowanych (usunięto pelit o średnicy mniejszej od 0,006 mm). Wydzielenie frakcji ciężkiej przeprowadzono w średniej wielkości lejku rozdzielczym (150 cm³) Harady, używając bromoforu o cw. 2,86. Przy rozdzielaniu zastosowano mieszadło mechaniczne. Obliczono ilość substancji odszlamowanej (< 0,006 mm) i zawartość procentową ciężkich minerałów („index”) w wysuszonej wyszlamowanej próbce. Dane dotyczące tego zagadnienia ilustruje zestawienie (tabela 2) (dla porównania podano średni „index” ciężkich minerałów niektórych skał osadowych karpaccich — według Jaskólskiego (1939).

Tabela (Table) 2

Próba lessu	% subst < 0,006 mm	% cięż. min.		Skały karpaccie	% cięż. min.
Tiotdz-Go 11	22	0,57		Kreda inoceramowa	0,15
12	22	0,51		Pstry eocen	0,05
13	26	0,54		Piaskowiec magurski	0,41
14	24	0,79		Warstwy krośnieńskie	0,72
Zwierzyniec 3	13	0,04		„ „ (j. średniej)	0,35
5	19	0,10		Piaskowiec czarnorzecki	0,18
8	28	0,20		Piaskowiec z Suchej Góry	0,17

Z wydzielonych ciężkich minerałów sporządzono preparaty trwałe i poddano analizie mikroskopowej oznaczając po 300 ziarn w każdym preparacie.

W tabeli 3 przedstawione są wyniki analiz ciężkich minerałów lessu z Tiodz-Go oraz średnich z 11 prób lessu z Czerniechowa i 10 prób lessu ze Zwierzyńca (Kraków) według J. Tokarskiego (1936, 1961).

Tabela (Table) 3

Wyniki analiz ciężkich minerałów lessów w procentach ilości
Analyses of heavy minerals of loess in number percentage

Minerały (Minerals)	T i o d z — G o Próba nr — Nr of sample				Czerniechów* (średnia z 11 analiz) (mean of 11 analyses)	Zwierzyńiec** (średnia z 8 analiz) (mean of 8 analyses)
	11	12	13	14		
Nieprzejryste, rudy (Opaque Iron ores)	36	24	31	31	37	38
Granat (Garnet)	9	11	9	9	23	13
Cyrkon (Zirkon)	15	19	15	16	20	21
Rutyl (Rutile)	2	1	śl.	—	7	4
Andaluzyt (Andalusite)	7	10	10	8	1	6
Sillimanit (Sillimanite)	—	—	śl.	—	2	śl.
Cyjanit (Kyanite)	7	4	6	10	2	4
Staurolit (Staurolite)	5	5	3	3	5	2
Hornblenda (Hornblende)	14	18	21	20	2	4
Biotyt (Biotite)	1	1	śl.	1	śl.	4
Turmalin (Tourmaline)	4	7	5	2	1	4
	100	100	100	100	100	100

* wg Tokarskiego (1936).

** wg Tokarskiego (1961).

śl. = ślad (trace).

W zespole ciężkich minerałów badanych lessów główną rolę odgrywają składniki nieprzejryste (rudy), następnie hornblenda (14 — 21%), cyrkon (15 — 19%), granat (9 — 11%), andaluzyt (7 — 10%) oraz cyjanit (4 — 10%). Z pozostałych (rutyl, sillimanit, staurolit, biotyt i turmalin) żaden nie występuje w ilości powyżej 7%.

Z wyników zestawionych w tabeli 3 widać, że składniki mineralne w porównywanych lessach są takie same, a różnice polegają na innej częstotliwości występowania poszczególnych ciężkich minerałów. Najwyraźniej zaznaczają się one w procentach hornblendy, mniej wyraźnie andaluzytu, cyjanitu, rutylu, granatu oraz minerałów nieprzejrzystych.

Odrębny problem wynika z porównania krzywych wielkości ziarn detrytycznych frakcji lekkiej lessu z krzywymi wielkości ziarn frakcji ciężkiej. Wyniki pomiarów wielkości ziarn frakcji ciężkiej przedstawiono w postaci krzywych sumacyjnych na fig. 2.¹

Krzywe rozsiewu ziarn obu frakcji mają nieco inny kształt, jednakże

¹ Wyniki te nie są ściśle porównywalne z pomiarami ziarn frakcji lekkiej ze względu na kształt ziarn niektórych minerałów ciężkich (wydłużenie kryształów hornblendy, turmalinu, cyrkonu itp.).

istotna różnica polega na różnej ich wielkości. Krzywe frakcji lekkiej wskazują, że składa się ona w około 70% z minerałów o wymiarach do 30 mikronów, gdy natomiast ciężka reprezentuje ziarna o wymiarach od 30 do 76 mikronów dla 74—78% próbki. Podobne zjawisko występuje również w lessie ze Zwierzyńca (dla innych lessów — brak danych). Bardzo wyraźnie zaznacza się ta różnica przy porównaniu średnich wielkości ziarn obu frakcji (tabela 4).

Tabela (Table) 4

Próba nr	11	12	13	14	Zwierzyniec	
					minimum	maksimum
Średnia wielkość ziarn w mikronach						
Frakcja lekka	21	25	25	18	19	31
Frakcja ciężka	53	52	49	54	25	54

Podane wyżej liczby mogą świadczyć o selektywnym niszczeniu lessów najprawdopodobniej bezpośrednio po ich osadzeniu się. Luźny, sypki pył lessowy osadzony w obszarach, gdzie w danej chwili panowała prawie zupełna cisza, był następnie przenoszony „lokalnymi” słabszymi wiatrami w inne miejsca. Ciężkie minerały oraz większe ziarna frakcji lekkiej pozostałe na miejscu zostały przykryte następnym opadem pelitycznego pyłu, który z kolei podlegał takiemu samemu procesowi wywiewania najlżejszych składników. Ponieważ jednak proces sedymentacji przeważał nad procesem niszczenia, mogła utworzyć się gruba warstwa lessu dostępna dzisiejszym badaniom.

Za selektywnym niszczeniem lessu przemawia stosunkowo wysoki, w porównaniu ze skałami sedymentowanymi w morzu, „index” ciężkich minerałów (patrz tabela 2).

Powyższe uwagi są próbą wytłumaczenia obecności stosunkowo dużych ziarn frakcji ciężkiej wśród bardzo drobnych ziarn lekkich gdy tymczasem stosunek ten w pierwotnym materiale powinien być raczej odwrotny. Być może, że pewną rolę odgrywa w tego typu „nieprawidłowej” sedymentacji większa bezwładność niesionych przez wiatr cząsteczek o większej masie. Zagadnienie to jako nowe w zakresie opracowań lessu wymaga dalszych i bardziej wszechstronnych badań.

ANALIZA CHEMICZNA

Próbkę lessu nr 13 poddano analizie chemicznej racjonalnej, trawiąc ją w rozcieńczonym 1 : 1 HCl, a następnie w H₂SO₄. Część nierozpuszczalną w kwasach analizowano metodą klasycznej analizy krzemianów. Oznaczenie CO₂ oraz substancji organicznej przyjęto z danych czteropunktowej termoanalizy według J. Tokarskiego (1951).

Ponieważ po 24-godzinnym trawieniu w HCl i zagotowaniu próbki z sodą w wyniku dalszego 24-godzinnego trawienia w H₂SO₄ przeszło do roztworu zaledwie 0,55% próbki, zaniechano wykonania odrębnej analizy wyciągu w tym kwasie, a rozpuszczoną substancję dołączono do części nierozpuszczalnej.

W załączonej tabeli 5 podano w celach porównawczych, obok analizy chemicznej lessu nr 13 z Tiotdz-Go, wyniki analiz lessu ze Zwierzyńca, Mogiły k. Krakowa i średnią z 23 analiz lessów podolskich.

Tabela (Table) 5

Zestawienie wyników analiz chemicznych lessów
Chemical analyses of loess

Próba sample	Tiotdz — Go nr 13			Zwierzyniec nr 3			Podole ¹⁾	Mogiła ²⁾ nr 6
	Składniki w %% wag. Components in weight percentage	Rozpusz- czalne w (soluble in) 1 : 1 HCl	Nieroz- puszcza- lne (Insolu- ble)	Suma Total	Rozpusz- czalne w (Soluble in) 1 : 1 HCl	Nieroz- puszcza- lne (Insolu- ble)	Suma Total	
SiO ₂	8,06	52,00	60,06	5,78	67,80	73,58	71,67	73,16 % wag.
Al ₂ O ₃	4,02	9,16	13,18	1,40	5,86	7,26	7,12	7,66
Fe ₂ O ₃	3,86	0,10	3,96	2,92	ś1	2,92	3,23	3,47
CaO	6,52	1,22	7,74	3,99	0,91	4,90	5,73	5,36
MgO	1,50	0,41	1,91	0,95	0,10	1,05	1,12	1,36
Na ₂ O	0,10	0,55	0,65	—	1,69	1,69	0,84	0,60
K ₂ O	0,68	2,98	3,66	0,54	1,98	2,52	1,83	2,30
CO ₂			4,80			4,95*	5,72	3,90
— H ₂ O			1,33			1,05	} 2,74	2,49
+ H ₂ O			1,17					
Substancja organiczna (Organic matter)			1,65					
Suma (Total)	24,74	66,42	100,11	15,58	78,34	100,07	100,20	100,30 % wag.

¹ wg Tokarskiego (1936) średnia 23 analiz — mean of 23 analyses

² wg Tokarskiego (1951).

* Strata przez prażenie.

Loss by heating.

Zarówno lessy z Tiotdz-Go, jak i lessy ze Zwierzyńca zawierają węglany i związki glino-krzemianowe rozpuszczalne w kwasie solnym, przy czym substancji tych jest w lessie chińskim około 10% więcej. Bardzo wyraźne różnice zaznaczają się w zawartości krzemionki i glinki. Less z Tiotdz-Go jest uboższy w SiO₂ od lessów polskich o przeszło 10%, gdy natomiast ilość Al₂O₃ jest w nim wyższa o około 6%. Ta pozycja wskazuje na znacznie większą zawartość w próbce nr 13 minerałów ilastych oraz destrytycznych ziarn skaleni. Zawartość CaO jest nieco wyższa w próbce nr 13 niż w próbkach lessów polskich, natomiast ilość MgO nie wykazuje

poważniejszych różnic. Suma alkaliów jest wyższa w lessie chińskim, a stosunek K_2O do Na_2O wskazuje, podobnie jak w lessach polskich, na przewagę we frakcji skaleniowej ortoklazu nad albitem. Przytoczone wyniki analiz lessów polskich nie wykazują obecności substancji organicznych. Być może, są one ujęte w pozycji straty przez prażenie. Nawet w tym przypadku suma pozycji dla $-H_2O$, $+H_2O$ oraz substancji organicznej przewyższa w lessie chińskim ilość tych samych składników polskich lessów.

ANALIZA TERMICZNA

Analizę termiczną przeprowadzono według metody profesora J. Tokarskiego (1951), oznaczając kolejno straty próbek na wadze w temperaturach 150, 400, 550 i 900 °C, co pozwala na obliczenie zawartości montmorillonitu, próchnicy (substancji organicznej), kaolinitu, kalcytu (węglanów) i substancji termicznie nieaktywnej (piasek). Zawartość tych składników wyliczono w oparciu o zmodyfikowane ostatnio przez prof. Tokarskiego wzory:

$$\text{Montmorillonit} = (T_{150} - 0,17 T_{400}) \cdot 8,4$$

$$\text{Próchnica} = (T_{400} - 0,06 T_{150}) \cdot 1,74$$

$$\text{Kaolinit} = [T_{550} - (0,14 T_{150} + 0,19 T_{400})] \cdot 7,8$$

$$\text{Kalcyt} = [T_{900} - (0,26 T_{150} + 0,14 T_{400} + 0,06 T_{550})] \cdot 2,3$$

T_{150} , T_{400} , T_{550} i T_{900} oznaczają straty na wadze (procentowe) próbki w temperaturach 150, 400, 550 i 900 °C.

Wyniki analiz wraz z przytoczonymi dla celów porównawczych odpowiednimi wynikami analiz lessu ze Zwierzyńca i Mogiły podano w procentach wagowych w tabeli 6.

Tabela (Table) 6

Składnik w % wagowych Component in weight percentage	Tiodz — Go próba nr No of sample				Zwierzyniec ¹⁾ średnia z 9 prób mean of 9 analyses	Mogiła ²⁾
	11	12	13	14		
Montmorillonit (Montmorillonite)	5	5	5	6	4	7*
Próchnica (Organic matter)	2	2	2	1	1	
Kaolinit (Kaolinite)	21	19	13	8	7	9
Kalcyt (Kalcite)	4	3	10	11	4	9
Piasek (Sand)	68	71	70	74	84	75

¹ wg Tokarskiego (1961)

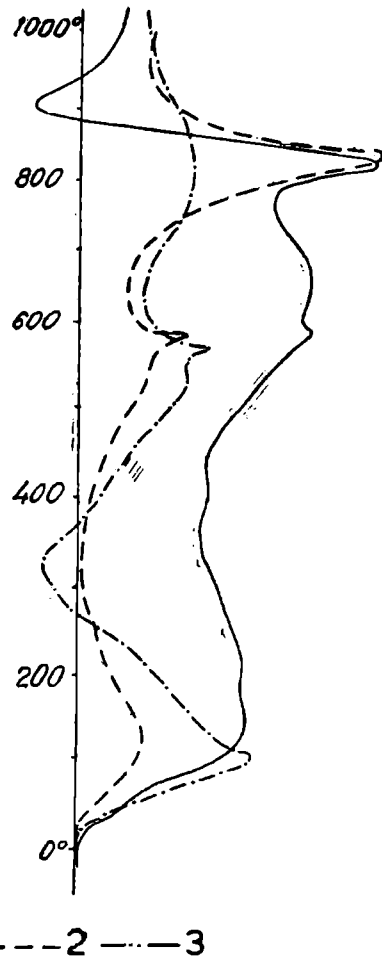
² wg Tokarskiego (1951)

* Oznaczone w cyt. pracy jako bentonit — i. c. determined as bentonite.

Poza wyżej przytoczoną termooanalizą wykonano analizę termiczną różnicową próbki nr 13 i porównano z wykresami uzyskanymi dla próbek nr 3 i nr 8 lessu ze Zwierzynca (fig. 3).

Badania przeprowadzono na próbkach 0,25 g. przy użyciu pieca He-reusa o komorze poziomej, z elektronicznie sterowaną aparaturą układu mostkowego, z termoparą Ni-NiCr, blokiem ceramicznym „Degussit” typu Mackenziego. Przyrost temperatury 12° C/min.

Fig. 3. Krzywe analizy termicznej różnicowej lessów. 1 — less Tiotdz-Go, próbka nr 13; 2 — less Zwierzyniec, próbka nr 3; 3 — less Zwierzyniec, próbka nr 8
Fig. 3. Differential thermal analyses of loess. 1 — Loess from Tiotdz-Go, sample No 13; — Loess from Zwierzyniec, sample No 3; 3 — Loess from Zwierzyniec, sample No 8



Termogram (rys. 3) wskazuje na reakcje endotermiczne w temperaturach około 150 i 575° — mniej wyraźną około 650° i bardzo wyraźną 820° — oraz egzotermiczne w temp. 350° i 450° i wyraźną w t. powyżej 900°. Reakcja w temperaturze 150° wskazuje na zawartość minerałów grupy montmorillonitu. Słabo zaznaczone reakcje egzotermiczne w temp. 350° i 450° mogą być wywołane utlenieniem siarczków (piryt) lub co w tym przypadku jest bardziej prawdopodobne, spalaniem substancji organicznej (próchnica). Wyraźna reakcja w t. 575° charakterystyczna jest dla kwarcu licznie reprezentowanego w próbce. Słabo zaznaczoną reakcję w t. około 600° i wyraźną egzotermiczną około 900° można interpretować jako wskazującą na obecność kaolinitu. Wyraźna reakcja endotermiczna w t. 820° wskazuje na obecność kalcytu.

Jak z powyższego wynika, oba rodzaje analizy termicznej potwierdzają obecność zasadniczych składników skałotwórczych z tym, że termooanali-za według Tokarskiego pozwala na ich ilościowe określenie.

WNIOSKI

1. Analiza granulometryczna wykazała, że zbadane 4 próby lessu z Tiodz-Go reprezentują skałę pelityczną o ziarnie drobniejszym niż w lessach polskich, o krzywej rozsiewu ziarn zbliżonej do krzywej lessów polskich. Średnia wielkość ziarn jest mniejsza niż w porównywanych lessach polskich.
2. W zespole minerałów ciężkich badanych lessów główną rolę odgrywają składniki nieprzejrzyste (rudy), hornblenda, cyrkon, granat, andaluzyt i cyjanit (ich ilość wyraźnie przekracza lub osiąga częstotliwość występowania w zespole ciężkich minerałów 10%). Pozostałe, tj. rutil, sillimanit, turmalin, biotyt i staurolit, występują w ilościach mniejszych od 7%.

Podane stosunki wśród ciężkich minerałów odbiegają znacznie od lessów polskich, w których zespole ciężkich minerałów hornblenda, andaluzyt i cyjanit odgrywają podrzędną rolę.

3. Porównanie krzywych rozsiewu ziarn frakcji lekkiej i ciężkiej oraz ich średnich wielkości ziarn wskazuje, że ziarna minerałów ciężkich są wyraźnie większe od ziarn frakcji lekkiej. Przyczyną tego zjawiska może być selektywne wywiewanie lessów w czasie bezpośrednio po osadzeniu się materiału, któremu to wywiewaniu nie podlegały jedynie ciężkie minerały oraz większe ziarna frakcji lekkiej. Podobne stosunki dają się zauważyć również w lessie ze Zwierzyńca.
4. Skład chemiczny lessu z Tiodz-Go różni się od analiz lessów polskich większą ilością substancji rozpuszczalnych w HCl (o ok. 10%), większą zawartością Al_2O_3 (około 6%) oraz wyższą sumą alkaliów i wody. Ilość SiO_2 w lessie chińskim jest niższa o przeszło 10%. Tego rodzaju chemizm wskazuje na znacznie większą zawartość w badanym lessie substancji ilastej.
5. Badania termiczne pozwoliły na jakościowe i ilościowe określenie składu mineralnego lessu. Wyniki analiz wskazują na poważniejsze różnice w zawartości minerałów z grupy kaolinitu. Lessy z Tiodz-Go (z wyjątkiem próby nr 14) zawierają tego składnika znacznie więcej niż lessy Zwierzyńca i Mogiły. Ilość minerałów z grupy montmorillonitu jest podobna. Zmienna ilość kalcytu jest również zmienna w lessach polskich. Zawartość piasku w lessie z Tiodz-Go jest niższa. Wszystkie te różnice można częściowo położyć na karb wtórnych zjawisk diagenetycznych, przebiegających w różnych regionach klimatycznych.
6. Geolodzy chińscy (informacja ustna) wskazują jako zasadniczy teren macierzysty pochodzenia materiału lessowego obszar pustynny Ordos, odległy od miejsca pobrania badanych prób około 350 — 400 km NW, jakkolwiek nie wykluczają wpływu pustyni Gobi, której centrum odległe jest od Tiodz-Go około 700 — 800 km.

Odległość pustyni Ordos od chińskiej wyżyny lessowej jest zatem tego samego rzędu co odległość czoła lodowca z okresu ostatniego zlodowacenia od lessowych obszarów południowej Polski.

Istotne charakterystyczne cechy (struktura, uziarnienie itp.) badanego lessu chińskiego i porównywanych z nim lessów polskich wskazują na podobieństwo ich sposobu powstawania. Różnice w składzie mineralnym (zwłaszcza minerałów ciężkich) pozwalają na stwierdzenie odrębności budowy geologicznej terenów, z których materiał lessowy był wywiewany.

WYKAZ LITERATURY
REFERENCES

- Jaskólski St. (1939), Wstęp do charakterystyki petrograficznej niektórych serii ropnych polskich Karpat fliszowych. *Biul. Państw. Inst. Geol.* nr 23, Warszawa.
- Tokarski J. (1935), Studien ueber den podolischen Loess. Petrographische Analyse eines Loessprofils aus Grzybowice bei Lwów. *Bull. Acad. Pol. Sc. Ser. A: Sc. mathém.*, Kraków.
- Tokarski J. (1936), Physiographie des podolischen Loesses und das Problem seiner Stratigraphie. *Mém. Acad. Pol. Sc. Ser. A: Sc. mathém.* nr 4, Kraków.
- Tokarski J. (1951), Principles of the thermal analysis of soils. *Bull. Acad. Pol. Sc. Ser. A: Sc. mathém.*, Kraków.
- Tokarski J. & Oleksynowa K. (1951) Special analysis of Loess from the environs of Mogiła near Kraków. *Bull. Acad. Pol. Sc. Ser. A: Sc. mathém.*, Kraków.
- Tokarski J. przy współpracy W. Parachoniaka, W. Kowalskiego, A. Maneckiego i Br. Oszańskiej (1961), Materiały do znajomości polskich lessów. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 31/2-4, Kraków.

SUMMARY

Abstract. Four samples of loess collected in Tiotdz-Go (China) were studied and compared with similar studies from Poland. Mechanical analyses show that the average grain-size of Tiotdz-Go loess is somewhat lower than that of the Polish samples. Variations were also noted in the percentage of heavy minerals. Chemical analyses indicate that the China samples differ in having more kaolinite and less sand as compared with the Polish loess. In the heavy fraction the diameters of grains are larger than those in the light one. This is supposed to be a result of winnowing action exerted upon deposited loess.

Four samples of the Pleistocene loess from Ma-Lan were analyzed. The samples were collected from an outcrop near the Tiotdz-Go coal mine, about 40 km. south of Tai-Juan, the capital city of the Shan-Si province.

Samples 11, 12, 13 and 14 selected for measurements are from the same outcrop, part of a vertical profile of the loess. The latter is a primary deposit of gray brownish colour and pelitic texture, without any apparent stratification. It stands in characteristic vertical walls up to several tens of meters high.

Mechanical analyses were made on powder slides, the longest dimensions of detrital grains (quartz and feldspars) being measured in a petrographic microscope.

The shape of cumulative curves of grain size distribution of the loess described is shown by fig. 2. For comparison a similar curve of the loess from Podole is included. From this comparison it appears that the loess from the area of Tiotdz-Go is more finegrained than that from Podole. Moreover the mean diameters of grains of the Tiotdz-Go loess are smaller than those from the Podole loess (see the data given on Table 1, Grzybowice).

Table 3 gives the heavy mineral content of the samples. The analyses have shown that the principal constituents are opaque minerals (iron ores) and hornblende (14 — 21%), zircon (15 — 19%), garnet (9 — 11%), andalusite (7 — 10%) and kyanite (4 — 10%).

As compared with the Podole loess the Chinese deposits show varia-

tions, in particular, with regard to the amount of hornblende (2 — 4% in the Polish loess) and with regard to andalusite, kyanite, rutile, garnet and opaque minerals.

It may be noted that the percentage of heavy minerals in samples of loess is larger than that in the samples of the rocks from the Carpathian flysch (Table 2) which are of marine origin.

The cumulative grain-size distribution curves for heavy minerals from the Tiotdz-Go loess differ in shape from those of the light mineral fraction composed dominantly of quartz and feldspars. The light minerals, apparently, represent the finer grades. From the examination of Fig. 2 it may be seen that about 74 — 78% of grains in the heavy mineral fraction have dimensions ranging from 30 to 76 μ , whereas among the feldspar and quartz grains the dominant size grade under 30 μ in diameter. This might have been due to the winnowing action exerted by local winds upon the deposited particles or resulted from greater inertia of heavy minerals transported by wind.

Further investigations, however, are needed to solve the problem in details. It should be noted that similar observations have been made on the loess deposits from Zwierzyniec (the area of Cracow).

The chemical analyses of the Tiotdz-Go loess (Table 5) give about 10% higher material soluble in HCl and 6% more content of Al_2O_3 than the loess in Poland. Moreover the sum of alkalis i. e. the amount of sodium and potassium feldspars is larger in the loess from China than in similar deposits from Poland. The amount of SiO_2 is lower (ca 10% less). Considerable amount of material soluble in HCl is indicative of a considerable content of clay minerals.

Thermal analyses of the Chinese loess were made by a method used by Tokarski (1951). The weight-loss estimates were made at 150, 400, 550, 900 °C. On the basis of suitable formulae (see Polish text p. 280), the clay mineral content (kaolinite and montmorillonite group), organic matter, calcite and the amount of thermally inactive substances were determined (quartz, feldspars referred to as „sand”).

The results of thermal analyses of the Tiotdz-Go loess are given in Table 6 (Polish text). They show a higher content of kaolinite and a smaller one of sand than the loess from Zwierzyniec and Mogiła (vicinity of Cracow). These results have been confirmed by differential thermal analyses (DTA) (see fig. 3).

The results of mechanical analyses show similarities in structure, grain-size distribution curves etc, between the Polish loess and the Chinese samples, suggestive of similar mode of origin. The differences in mineralogical composition, particularly with regard to the heavy mineral set, may reflect a significant difference in composition of the source areas. The higher proportion of kaolinite in the Chinese samples may also account for the different conditions of diagenesis of the Polish and the Chinese loess.

The desert area of Ordos, situated about 350 — 400 km. from the locality where the samples were taken, is considered by some Chinese geologists as the area of provenance for the loess in Shan-Si. It may be inferred that the Polish loess, which is related to the last period of glaciation, has been deposited at a similar distance from the margin of the ice sheet.