

Osady eoliczne (wydmowe) w suchym i półsuchym regionie płaskowyżu Alashan (Mongolia Wewnętrzna, Chiny)

Krystyna Kenig¹



Aeolian (dune) deposits in arid to semi-arid region of the Alashan Plateau (Inner Mongolia, China). Prz. Geol, 60: 267–272.

Abstract. In northern China, sandy and rocky deserts are located in arid regions west of the Helan Mountains (Helan Shan), while the areas of fixed sand dunes stretch in semi-arid regions east of the Helan Mountains. Helan Mountains, trending nearly NS in the northern part of China's Inner Mongolia Autonomous Region, are a natural border between the dry climate to the west and the semi-dry climate to the east. In the Badain Jaran Desert (part of the Alashan Desert), there are the largest dunes in China, and possibly the largest in the world. They attain a height of up to 460 m in the southeastern part of the desert. Due to their size, they are called megadunes by the Chinese researchers. They are accompanied by numerous smaller dunes, developed in various forms, which cover their slopes. As a result, megadune complexes form, reaching 10 km in length. The general direction of the dunes is NE-SW. In their lower parts, they are covered with sparse xerophytic vegetation, mainly *Artemisia* and *Ephedra*. In interdunal depressions of the Badain Jaran Desert, there are numerous (140) permanent, relatively shallow and drying-up lakes, overgrowing with vegetation. Their average depths are 2 m, rarely reaching 16 m mainly in the northern part. The water in the lakes is highly alkaline, with pH values of up to 10.5. Sometimes, the accumulation of salt is so substantial that allows it to be extracted. The groundwater in the immediate surroundings of dunes shows a much lower alkalinity and the average pH is 7.8. To the east of the Helan Mountains, there are several deserts of generally smaller areas and specific environmental nature. This is a sandy land of Hunshandake. Dunes and dune fields are lower and less well developed morphologically, reaching an average of 5–10 m in height. They are mostly stabilized completely or partially by vegetation. The main trend of dunes here is WNW-ESE. Locally, shallow lakes occur in interdunal areas. Studies of mineral and chemical composition of silt material are important for the considerations of the source and direction of silt transport in Asia. One of the diagnostic components of detrital minerals is dolomite. The newest studies of silts recently deposited in Beijing provide information about the wind-transportation direction. It appears that there is a fundamental difference in the mineral composition of silts originating from the dust storm (in 2006) and silts from the entire spring period. Such conclusions are also confirmed by the content of rare earths elements in the 2006 dust storm sediments from Beijing and, comparatively, from other deserts as potential source areas of silts (Yang et al., 2007b). Isotopic investigations of Nd and Sr in aeolian sediments of northern China confirm such a possibility. An important problem for the areas located in northern China is the process of desertification. Noticeable differences have occurred already during the last three decades. They consist in changes in the distribution of movable dunes, which is relative to the humidity and temperature. It is believed that the climate may be the main factor causing desertification in Hunshandake. In other regions of China, there is another significant factor: human activity, especially shepherding that causes the process of desertification and environmental degradation.

Keywords: aeolian deposits, megadunes, sandy lands, source regions, wind directions, Alashan Desert, Hunshandake, China

Według terminologii chińskiej (Yang i in., 2004) pustynie obejmują dwa różne geomorfologicznie obszary: pustynie piaszczyste (*sandy deserts*) i obszary piaszczyste (*sandy lands*). Pustynie piaszczyste składają się głównie z ruchomych wydm, podczas gdy obszary piaszczyste utworzone są przez pola z utrwalonymi wydmami. Natomiast pustynie żwirowe czy kamieniste lub równiny pustynne (*desert plains*) zwane są gobi. Określenie gobi oznacza w języku mongolskim „obszary pustynne, wyrównane, położone pomiędzy niewielkimi wyniosłościami, pokryte żwirem i piaskiem” (Różycki, 1986). W nich wyróżniane są obszary z przewagą procesów denudacji lub rzadziej akumulacji.

W północnych Chinach pustynie piaszczyste i kamieniste zlokalizowane są w suchych regionach położonych na zachód od gór Helan (Helan Szan), podczas gdy obszary piaszczyste z utrwalonymi wydmami rozpościerają się w półsuchych regionach na wschód od gór Helan (ryc. 1). Góry te rozciągają się w kierunku niemal N-S w północnej części Chin w autonomicznym regionie Mongolia Wewnętrzna i stanowią naturalną granicę pomiędzy suchym na zachód i półsuchym na wschodzie klimatem (Yang i in., 2004).

Suche obszary (*dry lands*) w Chinach obejmują morze piasku, pustynię kamienistą – gobi, wydmy utrwalone, step pustynny, step oraz obszary karłowatej roślinności.

Autorka brała udział w międzynarodowych warsztatach nt. zmian środowiska i zrównoważonego jego rozwoju w obrębie suchych i półsuchych obszarów (*International Workshop on Environmental Changes and Sustainable Development In Arid and Semi-arid Regions*) we wrześniu 2007 r. Miała możliwość zapoznać się z zagadnieniami dotyczącymi pustynnienia obszarów. Część z tych zagadnień przedstawiono poniżej.

OBSZARY NA ZACHÓD OD GÓR HELAN

Na zachód od gór Helan rozpościera się pustynia Badain Jaran wchodząca w skład pustyni Alashan, położonej na rozległym płaskowyżu (*Alashan Plateau*). Znajduje się on w Mongolii Wewnętrznej, rozpościerając się 400 km na NW od miasta Yinchuan w kierunku Mongolii (ryc. 1). Na pustyni Alashan obejmującej 80 000 km² największym miastem jest Alashan Left Banner, położone w zachodniej części Mongolii Wewnętrznej. Miasto ma 150 000 mieszkańców, pochodzących z wielu grup etnicznych. Warto wiedzieć, że

¹Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; krystyna.kenig@pgi.gov.pl

pustynia Alashan (Alxa) ze względu na swoje walory przyrodnicze, geologiczne jest chronionym obszarem i stanowi pierwszy w Chinach geopark pustynny (*Magical desert – Alxa*, 2005). Składają się na niego subparki, od zachodu pustynia Tengger, pustynia Badain Jaran i okolice jeziora Juyanhai (Wubanbuhe) (ryc. 1). Obszar pustyni Badain Jaran jest silnie zróżnicowany geomorfologicznie. Różnice wysokości obejmują od 1600 m n.p.m. na SE do 900 m n.p.m. na NW. W tym samym kierunku zmniejsza się ilość opadów od 100 mm/rok do poniżej 40 mm/rok (Yang, 2001).

Na pustyni Badain Jaran znajdują się największe wydmy w Chinach, a możliwe, że największe na świecie (ryc. 2). Osiągają one wysokość nawet do 460 m, co ma miejsce w południowo-wschodniej części pustyni. Ze względu na swą wielkość są określane przez badaczy chińskich jako *megadunes* (Yang, 2001; Yang i in., 2003). Tworzą pola wydymowe, czasem 5 km długości i 1,5 km szerokości. Często towarzyszą im licznie mniejsze wydmy, wykształcone w różnej formie, pokrywając ich zbocza. Tworzą wtedy kompleksy *megadunes* do 10 km długości (Yang, 2001). Niektóre z nich przybierają formy piramidowe, z licznym sinusoidalnymi odgałęzieniami. Ogólny kierunek rozprzestrzenienia wydym jest NE-SW (ryc. 3). Wydmy posiadają różne kształty. Są wśród nich prostolinijne (ryc. 4 – znajduje się na str. 295), paraboliczne, gwiazdziste, łukowate, kręte, złożonego kształtu. Powstanie wydym w tym obszarze datowane jest na wczesny i/lub środkowy plejstocen. Osady piaszczyste pustyni Alashan pochodzą z wietrzenia znacznej miąższości osadów aluwialnych znajdujących się w najbliższym otoczeniu. Potwierdzeniem tego jest podobny skład minerałów ciężkich i to zarówno osadów aktywnych wydym, wydym kopalnych (reliktowych), jak i osadów pobliskich jezior. We wszystkich tych osadach dominujący

jest udział hornblendy, epidotu oraz grupy minerałów nieprzezroczystych. Jak wynika z bezpośrednich obserwacji autorki, powierzchniowe partie wydym pokrywają piaski różnoziarniste, ze znacznym udziałem ziaren grubopiaszczystych. Większe ziarna kwarcu średnicy 0,5–1,0 mm i pojedyncze ziarna powyżej 1,0 mm są bardzo dobrze obtoczone, o silnie zmatowiałej powierzchni. Świadczy to o intensywnym przewiewaniu osadu piaszczystego. Można sądzić, że ziarna tej wielkości były transportowane przez otoczenie i saltację jak wynika z pracy Dzierwy & Mycielskiej-Dowgiałło (2003). W składzie mineralno-petrograficznym tych piasków oprócz dominujących ziaren kwarcu nieliczny udział mają ziarna skał krystalicznych oraz minerałów ciemnych, również doskonale obtoczone.

Natomiast ziarna mniejszych średnic, ogólnie poniżej 0,5 mm, są ostrokrawędziste i częściowo obtoczone, o mniejszym stopniu zmatowienia. Mogły być przenoszone w zawieszynie, co nie powodowało przekształcania ich kształtu i powierzchni. Różny stopień obtoczenia ziaren kwarcu różnej wielkości może potwierdzać różnoraki sposób ich transportu. Podobne obserwacje wynikają z badań wydym z Polski centralnej (Dzierwa & Mycielska-Dowgiałło, 2003) oraz badań prowadzonych w Tunezji (Mycielska-Dowgiałło i in., 1998).

Ostatnio Potocki & Angiel (2004), badając procesy przeobrażenia wydym na obszarze części pustyni Gobi (Mongolia) graniczącej z chińską Mongolią Wewnętrzną, zauważyli tendencję zmiany wartości parametrów uziarnienia na zboczach wydym. Okazało się, że najgrubszy materiał znajduje się w niższych partiach wydym. Podobne obserwacje są poczynione na obszarze wydym północnej Sahary (Mycielska-Dowgiałło i in., 1998).

W wydymach pustyni Badain Jaran częste są poziomy cementacji węglanowej, 6–10 cm miąższości, zawierające



Ryc. 1. Lokalizacja pustyni Badain Jaran i obszaru piaszczystego Hunshandake (wg International Workshop, 2007)

również rurkowate formy inkrustacji po korzeniach roślin. Wiek tych form określony został metodą TL na 2100 lat w części górnej i 18 000 lat w części dolnej wydymowego profilu zbadanego przez Yang i in. (2003) i prezentowanego podczas International Workshop 2007. Cementacje węglanowe świadczą o okresie stabilizacji wydym, o istnieniu warunków zwiększonej wilgotności i o unieruchomieniu osadów wydymowych.

W niższych szych partiach wydmy porośnięte są skąpa roślinnością kserofityczną, głównie typu *Artemisia* i *Ephedra*.

W zagłębieniach międzywydymowych na pustyni Badain Jaran znajdują się liczne (140) stałe, dość płytkie wysychające jeziora, zarastające roślinnością (ryc. 2). Charakteryzują się niewielkimi głębokościami, przeciętnie do 2 m, rzadko do 16 m, głównie w części północnej. Na skutek parowania i podsiąkania wód gruntowych wytrąca się w nich wzdłuż linii brzegowej węglan wapnia w postaci białawego osadu. Następnie osady jeziorne podlegają silnej deflacji, w wyniku której drobny materiał mineralny wywiewany jest na wschód w czasie burz pyłowych. Niekiedy osady jeziorne mają charakter mułu solnego lub zamulonej soli. Tak opisuje to Pietrow (1966) z rejonu pustyni Ałaszan (Alashan), cytowany przez Różyckiego (1986). W niektórych przypadkach w wysychających jeziorach ilość soli jest tak znaczna, że jest ona eksploatowana na dużą skalę. Jedną z takich kopalni soli znajduje się koło miasta Yabulai (ryc. 5). Ogólnie biorąc wody w jeziorach są silnie alkaliczne, o wartościach pH osiagających nawet 10,5 (Yang, 2006). Natomiast wody gruntowe w najbliższym otoczeniu wydym wykazują znacznie niższą alkaliczność, a ich pH wynosi średnio 7,8. Niekiedy wykazują przejście do wód typu brakicznego. Głównymi składnikami tych wód, jak i wód z jezior, są sól i potas, przy małym udziale wapnia i magnezu (Yang & Williams, 2003). Datowanie radiowęglem osadów jeziornych wskazuje na ich wiek w zakresie $7020-8390 \pm 30$ BP. Zmiana poziomu wód zapisana zmianą linii brzegowej jezior jest ważnym kryterium zmian klimatycznych w tym rejonie. Wysoki poziom wody w jeziorach na polach wydymowych wskazuje na zwilgotnienie klimatu i jego fluktuacje w późnym czwartorzędzie. Natomiast w ciągu ostatnich 4000 lat następuje wyraźne zwiększenie wysychania i postępujące osuszanie klimatu (Yang & Williams, 2003).

Badania osadów jeziornych, wydymowych łącznie z poziomami węglanowymi oraz chemizmu wód pozwalają na wykazanie kilku okresów zwilgotnienia klimatu, co miało miejsce w czasie 31 000, 19 000 i 5000 lat w późnym czwartorzędzie i holocenie w północnych Chinach. Zmiany klimatyczne zachodzące w holocenie wskazują, że w tym okresie klimat zmieniał się od suchego do półsuchego i półwilgotnego. Natomiast od około 1000 lat BP następuje dalszy proces pustynnienia (z czym wiąże się wzrost aktywności wydym i obszarów piaszczystych) z uwzględnieniem wpływu gospodarki człowieka (Yang i in., 2004). W tym czasie główną roślinnością były trawy *Artemisia*, pokrywające duże obszary stepów i swampów w wilgotniejszych obszarach (Yang, 2006).

OBSZARY NA WSCHÓD OD GÓR HELAN

Na wschód od gór Helan (ryc. 6 – znajduje się na str. 295) znajduje się sześć pustyń, o ogólnie mniejszych obsza-

rach i specyficznym charakterze środowiskowym. Ogólnie biorąc, wydmy i pola wydymowe są tu niższe i mniej wyraźnie wykształcone morfologicznie. Wydmy występują tu na ogół jako barchany, przeciętnie osiagają 5–10 m wysokości. W większości są ustabilizowane przez roślinność, całkowicie lub częściowo.

Obecnie następują tu sezonowe zmiany kierunku wiatru. W czasie zimy napływają zimne i suche masy powietrza związane z wysokim ciśnieniem atmosferycznym, co powoduje napływ pyłu eolicznego w kierunku SE (zimowy monsun). Natomiast w lecie wieją wiatry gorące i wilgotne z subtropikalnego Oceanu Spokojnego (letni monsun). Przynoszą one prawie 70% rocznych opadów. Na obszarach tych pustyń średnie roczne opady wynoszą 150–500 mm. Stwarza to dogodne warunki do rozwoju roślinności, traw, krzewów, a nawet drzew (Yang i in., 2004).

Dobrym przykładem zbadanych wszechstronnie osadów eolicznych jest obszar pustynny Hunshandake (Yang i in., 2007a). Znajduje się około 600 km na północ od Pekinu, obejmuje 21 400 km² i należy do wschodniego pasa pustyń w północnych Chinach. Jest to obszar z utrwalonymi przez roślinność wydymami (ryc. 7), a tylko niewielką część (ok. 2%) stanowią wydmy ruchome. Również obszary między wydymowe umożliwiają rozwój roślinności. Dlatego też autorzy chińscy traktują je jako obszary piaszczyste zamiast pustynie. Formy wydymowe mają tu główny kierunek NWW-SEE, jest on prostopadły do przeważającego kierunku wiatru NNE. Wydmy na tym obszarze osiagają przeciętnie 15–20 m wysokości, z rzadka 30 m. Teren ten położony jest w rozległej depresji tektonicznej, ograniczonej uskokiemi na wschodzie i zachodzie. W północnej części uskoki zaznaczony jest linią zagłębień jeziornych. W podłożu wydym występują piaszkowce i mułowce trzeciorzędowe i czwartorzędowe, a jedynie w północnej części skały bazaltowe, tworzące płaskie obszary. Obserwacje terenowe i mikroskopowe autorki wskazują na obecność w tych wydymach piaszków niemal jednakowej frakcji, głównie drobnoziarnistych, o dość dobrej selekcji materiału mineralnego. Ziarna kwarcu przybierają różne kształty, od niemal ostrokrawędzistych, poprzez częściowo obtoczone, z najmniejszym udziałem ziaren obtoczonych. Liczne są ziarna kwarcu nieprzezroczystego lub z wrostkami. Oprócz kwarcu nieliczna jest zawartość ziaren kwarcu ze skaleniami oraz inne ziarna czerwonych skał/minerałów. Można wnioskować, że transport materiału skalnego nie był daleki.

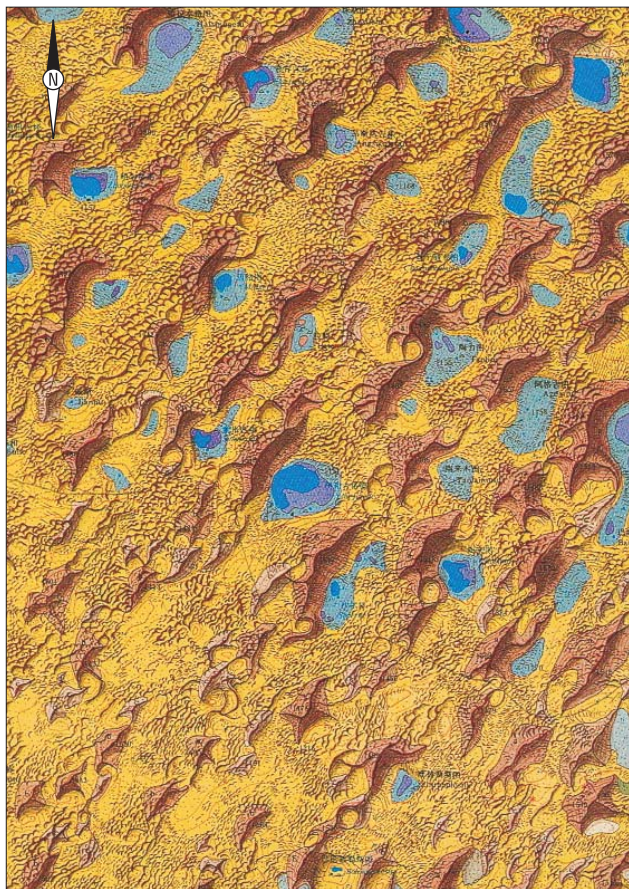
Datowanie metodą OSL (Optycznie Stymulowana Luminescencja) i TL (Termoluminescencja) wskazuje na wiek tych form od wczesnego holocenu, natomiast gleby kopalne rozwijały się od środkowego holocenu.

ZAGADNIENIA DYSKUSYJNE

Ważnym problemem dotyczącym obszarów położonych w północnych Chinach jest proces pustynnienia zachodzący w tych rejonach. Zauważalne już różnice mają miejsce w czasie ostatnich trzech dekad (Yang i in., 2007a). Polegają one na zmianach w rozprzestrzenieniu ruchomych wydym, co jest relatywne do wilgotności i temperatury. Uważa się, że klimat może być głównym czynnikiem powodującym pustynnienie obszarów Hunshandake. Natomiast w innych regionach Chin dochodzi jeszcze do



Ryc. 2. Pole wydmore na pustyni Badain Jaran



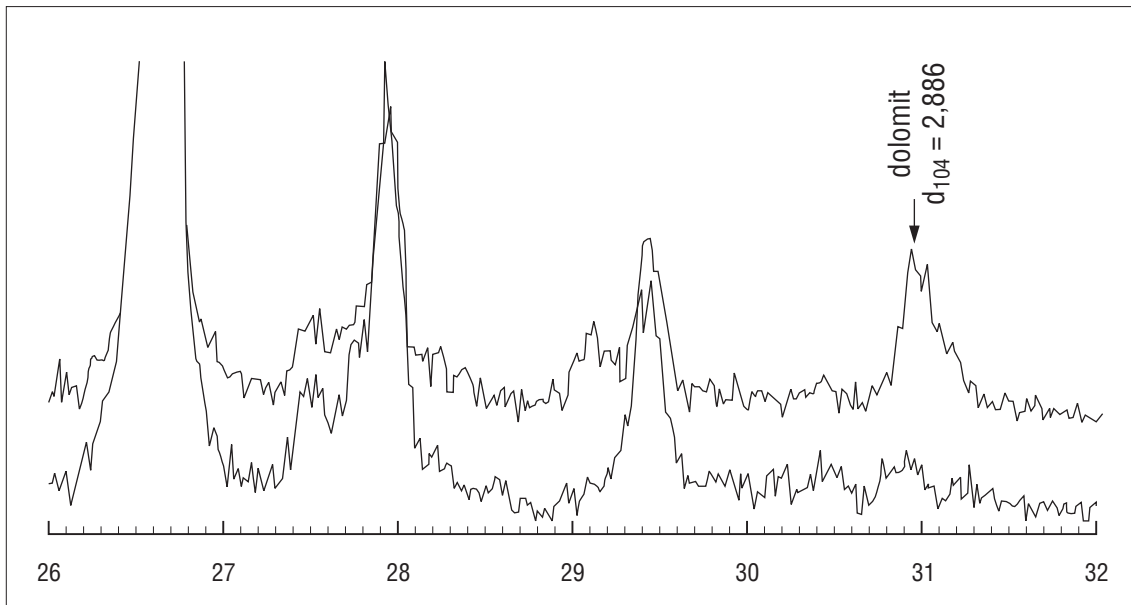
Ryc. 3. Zdjęcie satelitarne południowo-wschodniej części pustyni Badain Jaran (wg Magical desert-Alxa, 2005; zmodyfikowane). Kolorem niebieskim zaznaczono jeziora, w obniżeniach między grzbietami wydmy, ułożonymi regularnie w kierunku NE-SW



Ryc. 5. Eksploatacja soli koło słonego jeziora Yabulai



Ryc. 7. Wydmy utrwalone w rejonie obszaru piaszczystego Hunshandake



Ryc. 8. Linia górna – zapis dyfraktometryczny XRD pyłu osadzonego w Pekinie w czasie epizodu burzy pyłowej 17.04.2006 r. Linia dolna – zapis dyfraktometryczny XRD pyłu, osadzonego podczas całej wiosny 2006 r., nie zawierającego dolomitu (wg Li i in., 2007)

znaczenia czynnik aktywności człowieka, którego działalność, a zwłaszcza pasterstwo, powoduje degradację środowiska.

Pustynnienie tego obszaru następuje w czasie ciepłych i suchych lat. Jednak przemieszczanie ruchomych wydm w tym rejonie nie jest znaczne, chociaż szybki wzrost intensywności wypasania owiec w latach 60. i 70. XX wieku zapoczątkował pustynnienie Hunshandake. Obecnie dość znaczna pokrywa roślinności na wydmach w tym obszarze ogranicza intensywność procesów eolicznych. Ich aktywność zależy od szybkości wiatru, warunków wilgotnościowych, pokrywy roślinności i ukształtowania podłoża.

Do rozważań nad źródłem i kierunkiem nawiewania pyłów w Azji należy włączyć informacje na temat składu mineralnego i chemicznego pyłów. Potencjalnymi obszarami wywiewania pyłów w Azji są pustynie piaszczyste, kamieniste, gobi, stożki aluwialne, suche obszary typu grassland, wyschłe koryta rzek oraz suche zagłębienia jezior, znajdujące się w obszarze suchym i półsuchym w północnych Chinach.

Jednym ze składników minerałów detrytycznych o randze diagnostycznej jest dolomit. Jest on rozpoznawany w północnym obrzeżeniu Plateau Tybetańskiego, włączając m.in. pustynie Taklamakan, pustynię Quaidam, Hexi Corridor, Pustynię Badain Jaran i inne sąsiednie obszary (Li i in., 2007). Wyniki badań tego minerału dotyczyły piasków i gleb piaszczystych z osadów niespoistych różnej genezy z obszarów suchych i półsuchych północnych Chin. Osady te stanowią potencjalne źródło pyłu w Azji. Identyfikacja dolomitu wykonywana była za pomocą XRD oraz innych analiz. Z badań tych wynika, że dolomit jest obecny w próbkach pobranych z obszarów różnych pustyni położonych na północ od Plateau Tybetańskiego. Próbki z dużą zawartością dolomitów zawierają także znaczny udział innych węglanów. Łączy się to z występowaniem na obszarach na północ od Tybetu odsłonięć skał dolomitycznych. Ziarna dolomitów znajdowane w osadach pustyni Badain

Jaran mogą pochodzić z gór Qilian, gdzie są wywiewane z osadów stożków aluwialnych.

Dostawa pyłów z pustyni Taklamakan do obszarów wyżyn lessowych jest ograniczona na skutek możliwości dróg transportu – tj. kierunku mas powietrza. Jedynie północne obrzeżenie Wyżyny Tybetańskiej, tj. pustynia Badain Jaran, Hexi Corridor, pustynia Quaidam i ich przyległe regiony, mogą być głównym źródłem dostarczania dolomitu. Jest on przenoszony głównie przez wiatry niskie, przy powierzchni oraz przez transport pyłów wysokim wiatrem w górnych warstwach atmosfery.

Natomiast lessy z północno-wschodniej części Chin wskazują na pochodzenie pyłów z obszarów bez dolomitów, co jednocześnie wskazuje na ograniczone możliwości dostawy pyłów z rejonu pustyni Taklamakan.

Ostatnie badania współcześnie sedymentowanych pyłów w Pekinie dostarczają informacji na temat kierunku nawiewania tych osadów. Okazuje się bowiem, że istnieje zasadnicza różnica w składzie mineralnym pyłu pochodzącego z epizodu sztormowego – z burz pyłowych i pyłu pochodzącego z okresów międzyburzowych, to jest w ciągu całego okresu wiosennego (ryc. 8). Osady burz pyłowych nie zawierają detrytycznego dolomitu, podczas gdy osady pyłowe z okresu wiosny mają znaczną zawartość tego minerału. A więc autorzy (Li i in., 2007) wnioskują o różnych kierunkach wiatru w tych okresach. Mianowicie pyły z epizodu sztormowego prawdopodobnie transportowane były z kierunku ogólnie od strony Mongolii, z obszarów bez dolomitów, możliwy był też kierunek z Tybetu lub inne lokalne kierunki z osadów rzecznych. Natomiast zawartość detrytycznego dolomitu w osadach pyłów z okresu wiosny sugeruje dostawę tych pyłów z obszarów północnego obrzeżenia Plateau Tybetańskiego, prawdopodobnie z kierunków zachodnich.

Dodatkowe porównanie osadów lessowych z ostatniego zlodowacenia Malan less oraz z kompleksu glebowo-lessowego z Plateau Lessowego z północnych Chin doty-

czące braku dolomitu umocniło również powyższe wnioskowanie.

Potwierdzeniem takich wniosków mogą być wyniki zawartości pierwiastków z grupy ziem rzadkich w osadach burzy pyłowej z 2006 r. z Pekinu oraz porównawczo z innych pustyń, jako potencjalnych obszarów alimentacji pyłów. Okazuje się (na podstawie występowania pierwiastków Eu i Ce), że źródłem pyłu wspomnianej burzy pyłowej nie mogły być osady z pustyni Hunshandake, położonej na północ od Pekinu. Natomiast główna dostawa materiału pyłowego odbywała się z odległych obszarów z północno-zachodnich Chin, m.in. z pustyni Badain Jaran (Yang i in, 2007b), z równoczesnym niewielkim udziałem osadów z bliskich, lokalnych źródeł.

Również z badań izotopowych, a zwłaszcza Nd-Sr, osadów eolicznych w północnych Chinach wynika, że źródłem pyłów lessów glacialnych z Plateau Lessowego mogą głównie być obszary pustyni Alashan, w tym pustynia Badain Jaran, Tengger i Qaidam (Chen in., 2007).

PODSUMOWANIE

Znaczną uwagę badacze chińscy przywiązują do zagadnień dotyczących działań na rzecz ochrony środowiska na dużych obszarach północnych Chin. Było to widoczne zarówno w treściach referowanych zagadnień, jak i prezentacji ich w terenie. Głównie dotyczy to prowadzonej w ostatnim dziesięcioleciu polityki ochrony obszarów suchych przed pustyńnieniem. Polega to m.in. na zadrzewianiu szerokich stref przy drogach i autostradach oraz na zboczach gór, jak również ograniczeń w pozwoleniach na wypas hodowanych stad zwierząt na obszarach stepowych i typu grass-land. Wiąże się to z przechodzeniem na inny system hodowli prowadzonej w zamkniętych zagrodach, co na razie nie jest łatwe do przeprowadzenia.

Opracowano na podstawie materiałów prezentowanych na międzynarodowych warsztatach nt. zmian środowiska i zrównoważonego rozwoju w obrębie suchych i półsuchych obszarów – 10–17.09.2007 r., Alashan (Mongolia Wewnętrzna, Chiny) oraz na podstawie literatury.

LITERATURA

- CHEN J., LI G., YANG J., RAO W., LU H., BALSAM W., SUN Y. & JI J. – 2007 – Nd nad Sr isotopic characteristics of Chinese deserts: Implication for the provenances of Asian dust. *Geochem. Cosmochem. Acta*, 71: 3904–3914.
- DZIERWA K. & MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E. 2003 – Rekonstrukcja dynamiki procesów eolicznych i czasu ich trwania na podstawie wybranych cech teksturalnych osadów wydmy w Ciężkowie. *Prz. Geol.*, 51 (2):163–167.
- International** Workshop on Environmental Changes and Sustainable Development in Arid and Semi arid Regions. Program and abstracts. Alashan, Inner Mongolia, China, September 2007.
- LI G., CHEN J., CHEN Y., YANG J., JI, J. & LIU L., 2007 – Dolomite as a tracer for the source regions of Asian dust. *J. Geophys. Res.*, 112, 1–7.
- Magical** desert – Alxa. National Geopark of China. Red. Fandong Wu, Mingzhong Tian, Yianping Zhang. 2005.
- MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E., DŁUŻEWSKI M., PEKALSKA A., SMOLSKA E., SZWARCZEWSKI P. & WORONKO B. 1998 – Rozwój wydmy na wybranych obszarach północnej Sahary jako efekt pustyńnienia. [W:] Szczypek T., Wach J. (red.) *Współczesne procesy eoliczne*. Wyd. NoZ., SGP, Sosnowiec: 41–60.
- POTOCKI M. & ANGIEL P. 2004 – Change of grain size parameters of sediments as result of wind activity., barchans Jarangiyin els in Gobi, Mongolia. *Misc. Geogr.*, 11: 81–91.
- RÓŻYCKI S.ZB. 1986 – Loess type dust deposits in the world their distribution and origin. Part I. *Stud. Geol. Pol.*, vol. LXXXV. Wyd. Geologiczne. Warszawa.
- YANG X. 2001 – Late Quaternary evolution and paleoclimates, western Alashan Plateau, Inner Mongolia, China. *Z. Geomorph. N.F.* 45 (1):1–16, Berlin-Stuttgart.
- YANG X. 2006 – Chemistry and late Quaternary evolution of ground and surface waters in the area of Yabulai Mountains, western Inner Mongolia, China. *Catena*, 66, 135–144.
- YANG X. & WILLIAMS M.A.J. 2003 – The ion chemistry of lakes and late Holocene desiccation in the Badain Jaran desert, Inner Mongolia, China. *Catena*, 51, 45–60.
- YANG X., LIU T. & XIAO H. 2003 – Evolution of megadunes and lakes in Badain Jaran Desert, Inner Mongolia, China during last 31,100 years. *Quat. Internat.*, 104: 99–112.
- YANG X., DING Z., FAN X., ZHOU Z. & MA N. 2007a – Processes and mechanisms of desertification in northern China during the last 30 years, with a special reference to the Hunshandake Sandy Land, eastern Inner Mongolia. *Catena*, 71: 2–12.
- YANG X., LIU Y., LI CH., SONG Y., ZHU H. & JIN X. 2007b – Rare earth elements of Aeolian deposits in Northern China and their implications for determining the provenance of dust storm in Beijing. *Science Direct. Geomorphology*, 87: 365–377.
- YANG X., ROST K.T., LEHMKUHL F., ZHENDA Z. & DODSON J. 2004 – The evolution of dry lands in northern China and in the Republic of Mongolia since the Last Glacial Maximum. *Quat. Internat.*, 118–119: 69–85.

Praca wpłynęła do redakcji 29.11.2011 r.

Po recenzji akceptowano do druku 27.03.2012 r.

PRZEGLĄD

GEOLOGICZNY



Cena 12,60 zł (w tym 5% VAT)

TOM 60 Nr 5 (MAJ) 2012

Indeks 370908 ISSN-0033-2151

**Dolomityzacja triasu
dolnego i środkowego
serii wierchowych Tatr**

**Granica pliocen/plejstocen
na Podhalu**

**Osady eoliczne płaskowyżu
Alashan (Chiny)**

**Kamienne kręgi
Stonehenge i Avebury**

Zdjęcie na okładce: Pole wydmore na pustyni Badain Jaran, Mongolia Wewnętrzna, Chiny. Fot. K. Kenig (zob. Kenig, str. 267)

Cover photo: Dune field Badain Jaran desert, Inner Mongolia, China. Photo by K. Kenig (see Kenig, p. 267)

**Osady eoliczne (wydmowe) w suchym i półsuchym regionie
płaskowyżu Alashan (Mongolia Wewnętrzna, Chiny) (patrz str. 267)**



Ryc. 4. Ostra krawędź wydmy na pustyni Badain Jaran w rejonie jeziora Shaobai



Ryc. 6. Góry Helan (Helan Szan). W prawej górnej części widoczne fragmenty najstarszego muru chińskiego. Obie fot. K. Kenig