

NA JEDWABNYM SZLAKU

Prof. Tandong Yao i prof. Fahu Chen opowiadają o rosnącym zrozumieniu wpływu zmian klimatycznych na obszarze wokół tzw. Trzeciego Bieguna Ziemi, omawiając strategię adaptacji klimatycznej i inicjatywy badawcze skupione na tym obszarze.

prof. Tandong Yao
prof. Fahu Chen

Institut Badań nad Wyżyną Tybetańską
Chińska Akademia Nauk

Obszar Rozszerzonego Trzeciego Bieguna (*the Pan-Third Pole region*) rozciąga się od tzw. Trzeciego Bieguna w rejonie Tybetu na zachód aż po Karpaty. Mieszczą się w nim: Pamir, Hindukusz, Wyżyna Irańska oraz Kaukaz (patrz mapa), łącznie ponad 20 mln km², na których leży ponad 20 krajów. Cały obszar zamieszkuje ponad 3 mld osób. Z perspektywy historycznej obszar ten – jako kluczowy korytarz łączący kultury i gospodarki

Wschodu i Zachodu – był motorem rozwoju cywilizacji. Obecnie stał się kluczowym obszarem Ekonomicznego Pasa Nowego Szlaku Jedwabnego. Badania nad zmianami ekologicznymi w regionie Rozszerzonego Trzeciego Bieguna są niezbędne, aby sprostać części wyzwań stojących przed krajami położonymi wzdłuż Jedwabnego Szlaku, a tym samym dla zapewnienia realizacji Inicjatywy Pasa i Drogi, która zmierza do osiągnięcia trwałego wzrostu na rzecz wspólnego rozwoju i współdzielenia dobrobytu na kontynentach Azji, Europy i Afryki.

Obszar Rozszerzonego Trzeciego Bieguna, ogólnie cechujący się suchym i stosunkowo chłodnym klimatem, szczególnie dotykają ostatnie zmiany klimatu. Porównanie z historycznymi rekonstrukcjami klimatu pokazuje, że obserwowane XX-wieczne ocieplenie w obszarze Rozszerzonego Trzeciego Bieguna

przekroczyło wszelkie naturalne wahania temperatury z ostatnich 2 tys. lat. Co więcej, tempo ocieplenia na tym obszarze w ostatnich kilku dziesięcioleciach było dwukrotnie szybsze od globalnej średniej, co oznacza, że jeśli klimat Ziemi ociepli się o 2°C, miejscowa temperatura może w przyszłości wzrosnąć średnio o 4°C. Tymczasem opady w regionie cechują się dużą niejednorodnością przestrzenną. Drastyczne zmiany klimatu związane z nadzwyczajnym ociepleniem wywołały już szereg problemów ekologicznych i stanowią poważne zagrożenie dla lokalnych zasobów i ekosystemów na obszarze Rozszerzonego Trzeciego Bieguna. Utrzymanie ekologicznej równowagi i zdrowia ludności obszaru wymaga zrozumienia zmian klimatycznych i ich wpływu na systemy ludzkie i naturalne.

Historyczne zmiany klimatu a cywilizacja ludzka

Obszar Rozszerzonego Trzeciego Bieguna to aktualnie największy rejon suchy na średniej szerokości geograficznej na półkuli północnej. Około 6 tys. lat przed rokiem 1950 klimat na obszarze Rozszerzonego Trzeciego Bieguna stał się stosunkowo ciepły i wilgotny, sprzyjając ekspansji traw i lasów trawiastych oraz górskich, a także rozwojowi cywilizacji. Wilgotny klimat i wprowadzenie nowych technik rolnictwa i hodowli zwierząt na przestrzeni kolejnych dwóch tysiącleci sprzyjały gwałtownemu rozwojowi cywilizacyjnemu i pojawieniu się eurazjatyckiej wymiany towarów na stepach Azji Środkowej. Uprawy prosa oraz pszenicy i jęczmienia, które po raz pierwszy zostały udomowione zarówno na wschodzie, jak i na zachodzie Eurazji, rozprzestrzeniały się i ostatecznie spotykały w Azji Środkowej około 4500 r. przed rokiem 1950. Nowe techniki rolnicze i pasterskie wypracowane w ciepłych i wilgotnych warunkach na stepach środkowej Eurazji mogły przyczynić się do rozległej ekspansji kultury grobów jamowych (~ 5600-4200 przed rokiem 1950), wywierając głęboki wpływ na prawidłowości kulturowe i genetyczne Eurazji w czasach późnego neolitu i wczesnej epoki brązu.

Eurazjatycka wymiana kulturowa zintensyfikowała się po czwartym tysiącleciu przed rokiem 1950, jeszcze silniej wpływając na ewolucję cywilizacji starożytności. Na przykład jęczmień i pszenica zostały wprowadzone do północno-zachodnich Chin około 4000 lat przed rokiem 1950. Przyjęcie tych odpornych na chłód zachodnich upraw ułatwiło stałe zasiedlenie Wyżyny Tybetańskiej od ok. 3600 r. przed rokiem 1950. Choć wpływ zmian klimatu w obszarze Rozszerzonego Trzeciego Bieguna na powstanie protoplasty Jedwabnego Szlaku nie został szczegółowo zbadany, w trzecim tysiącleciu przed rokiem 1950 najważniejsza magistrała wymiany transeuroazjatyckiej przesunęła się ze stepów Eurazji na szlak biegnący między oazami, kiedy klimat w rejonie Sinciang był znacznie

wilgotniejszy niż przed 4000 latami przed rokiem 1950. Ta transformacja czasoprzestrzennego układu wymiany kulturowej między wschodem i zachodem Eurazji położyła podwaliny pod utworzenie starożytnego Szlaku Jedwabnego, uznawanego za jeden z głównych ośrodków światowej cywilizacji ostatnich 2000 lat. Zmiany klimatu wpływały również na powstawanie i upadek starożytnych cywilizacji położonych wzdłuż Jedwabnego Szlaku. Wysłano sugestię, że korzystne warunki klimatyczne były ważnym czynnikiem ułatwiającym bezprecedensowy przekaz starożytnych zdobyczy cywilizacji i technologii wzdłuż Jedwabnego Szlaku na obszarze Rozszerzonego Trzeciego Bieguna, a upadek dobrze rozwiniętej oazy rolnictwa, takiej jak obszar słynnego królestwa Luolan (176 p.n.e. – 630 r. n.e.), mógł wynikać ze zmian ekologicznych w dużej mierze spowodowanych przez ludzi.

Najnowszy wpływ klimatu na zasoby wodne

Wyżyna Tybetańska, określana mianem „azjatyckiej wieży ciśnień”, tworzy rdzeń obszaru Rozszerzonego Trzeciego Bieguna i zawiera liczne lodowce, jeziora i rzeki. Tu znajduje się największy obszar pokryty lodowcem (> 100 tys. km²) położony poza biegunami planety: północnym i południowym. Spowodowane ociepleniem klimatu cofanie się lodowców, powódzie oraz ekspansja lub kurczenie się jezior destabilizują tę „wieżę ciśnień”, wpływając na poziom życia ludzi na całym obszarze Pasa i Drogi. Skutki dramatycznych zmian klimatu zaobserwowano też na lodowcach położonych na Wyżynie Tybetańskiej. Nadzwyczajne ocieplenie spowodowało poważne kurczenie się większości lodowców w ostatnich kilku dekadach. Na przykład masa lodowca Tien Shan, będącego kluczowym źródłem wody dla Kazachstanu, Kirgistanu, Uzbekistanu i Regionu Autonomicznego Sinciang-Ujgur, spadła o 27 ± 15% w latach 1960-2012. Co gorsza, lodowce w tym regionie cofają się tak szybko, że przy najgorszym scenariuszu emisji przewiduje się, że do 2100 r. ich masa skurczy się o 64%. Tak gwałtowne topnienie lodowców może mieć druzgocące skutki. W regionach suchych i częściowo suchych woda z topniejącego lodowca może tworzyć bufor łagodzący niedobory wodne w suchych porach roku lub w okresach suszy, jednak przewiduje się, że w przyszłości ocieplenie znacznie ograniczy podobne buforowanie. Ponadto gwałtowne topnienie lodowców może także wywoływać katastrofalne lawiny lodowe. Aby przystosować się w przyszłości do coraz częściej występujących skrajnych zjawisk klimatycznych, należy opracować systemy wczesnego ostrzegania, które będą pomagać decydentom i władzom lokalnym w reagowaniu na te bezprecedensowe zagrożenia naturalne.

W porównaniu z lodowcami reakcja jezior na zmiany klimatyczne na obszarze Rozszerzonego Trze-

ciegiego Bieguna wykazuje duże wahania przestrzenne. Jeziora na Wyżynie Tybetańskiej wykazują oznaki ekspansji, za to jeziora środkowoazjatyckie gwałtownie się kurczą. Na przykład powierzchnia jezior na Wyżynie Tybetańskiej wzrosła w ostatnich 40 latach z 29 278 do 37 867 km², a średni poziom wód wzrastał o 20 cm rocznie. Tymczasem Jezioro Aralskie w Azji Środkowej, niegdyś czwarte co do wielkości morze śródlądowe na świecie (66 tys. km² w latach 60. XX w.), straciło do 2010 r. ponad 90% swojej powierzchni. António Guterres, sekretarz generalny ONZ, określił kurczenie się Jeziora Aralskiego mianem „bodaj największej katastrofy ekologicznej naszych czasów”. Potrzebne jest dogłębne zrozumienie zmian, które dotyczą zasoby wodne w związku z gwałtownymi zmianami klimatycznymi, a także mechanizmów leżących u ich podstaw. Konieczne są dalsze starania badawcze, które pozwolą na formułowanie rzetelnych naukowo prognoz i pomogą w tworzeniu opartej na nauce polityki dla obszaru Rozszerzonego Trzeciego Bieguna.

Skutki dla ekosystemów i różnorodności biologicznej

Ocieplenie w połączeniu z podwyższonym stężeniem CO₂ w atmosferze i rosnącym odkładaniem się związków azotu, ogólnie rzecz biorąc, stymuluje wzrost roślinności oraz zwiększa wychwyt węgla w wysokich pasmach górskich obszaru Rozszerzonego Trzeciego Bieguna. Na przykład produktywność pierwotna netto na Wyżynie Tybetańskiej wzrosła przez ostatnie 30 lat o 13,3%. Ten wzrost produktywności wywołany ociepleniem może podnosić produktywność ekosystemów dostarczających środków do życia i umożliwiających rozwój społeczny. Niemniej na Wyżynie Tybetańskiej znajduje się zarazem największy obszar wiecznej zmarzliny położonej poza obszarami polar-

nymi. Dalsze ocieplenie klimatu przyspieszy tajenie wiecznej zmarzliny i uwolni „stary węgiel” pogrzebany pod warstwą wiecznej zmarzliny, co może odwrócić trend zwiększonego wychwytu węgla, który zawdzięczamy ociepleniu klimatu. Ponadto obszary trawiaste w niektórych ważnych rejonach, będące ważnym typem ekosystemu na całym obszarze Rozszerzonego Trzeciego Bieguna, borykają się ze skutkami degradacji wywołanej przez człowieka. Konieczne jest zrozumienie, jak korzyści czerpane z ekosystemów będą reagować na przyszłe zmiany klimatyczne, tak aby ludność mogła utrzymać własne działania w granicach nieprzekraczających możliwości produkcyjnych ekosystemów.

Obserwowane konsekwencje gwałtownej zmiany klimatu to nie tylko zmiany ekosystemów, ale także skutki dotyczące bioróżnorodności. Na obszarze Rozszerzonego Trzeciego Bieguna mieści się ogromna liczba gatunków endemicznych, w tym aż 7 z 36 światowych obszarów szczególnej bioróżnorodności, co stanowi wyjątkowy naturalny bank genetyczny położony w wysokich łańcuchach górskich. Jednak w ostatnich dziesięcioleciach ok. 10,6% endemicznych gatunków zachodniej Azji stanęło przed zagrożeniem wskutek drastycznych zmian klimatu i rosnących interwencji człowieka. Poza kurczeniem się liczby gatunków endemicznych stale rośnie liczba inwazyjnych gatunków obcych. Na przykład wysokość granicy drzew we wschodnich Himalajach w ostatnim stuleciu podniosła się o 110 m. W warunkach gwałtownych zmian klimatycznych ta ekspansja nizinnych gatunków drzew dodatkowo stworzy korzystną niszę dla inwazji nowych gatunków. Jednak aktualna wiedza na temat różnorodności biologicznej i jej reakcji na zmiany klimatu pozostaje wyrywkowa i potrzebne są bardziej szczegółowe badania.

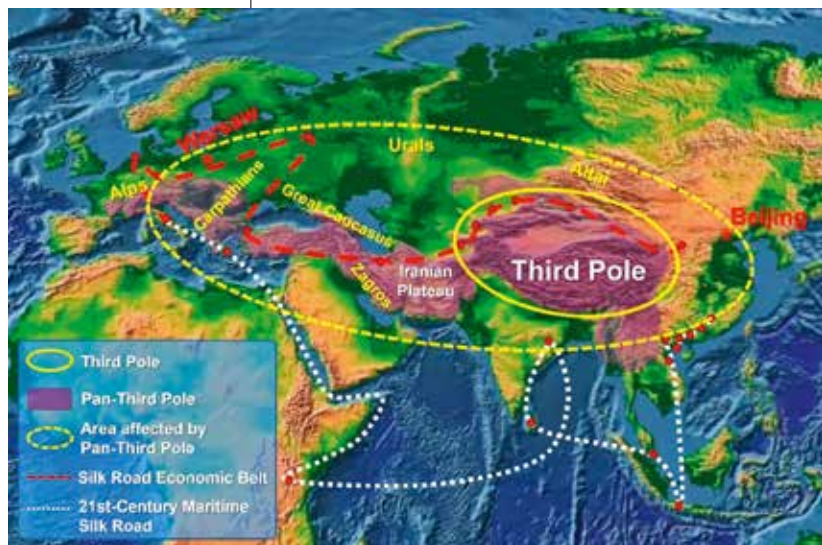
Stawianie czoła wyzwaniom klimatycznym

W ostatnich latach wraz z nasilaniem się zmian klimatu poważnym zagrożeniem dla krajów położonych na szlakach będących częścią Pasa i Drogi stały się drastyczne zmiany ekosystemów wywołane zmianą klimatu oraz klęski żywiołowe (takie jak susze, powodzie, burze piaskowe i lawiny lodowe). Aby lepiej zrozumieć zmiany klimatyczne i ekologiczne oraz ich wpływ na ekosystemy i działalność człowieka na obszarze Trzeciego Bieguna, Chińska Akademia Nauk zainicjowała w 2009 r. program Third Pole Environment (TPE). Program ma zachęcić światowej klasy naukowców i instytucje do badania procesów i mechanizmów interakcji zachodzących między aktywnością człowieka a stanem wód, lodu i roślinności w rejonie Trzeciego Bieguna. W 2011 r. TPE został przez dofinansowany przez Chińską Akademię Nauk kwotą 0,12 miliarda juanów w ramach Strategicznego Programu

Obszar geograficzny
Rozszerzonego
Trzeciego Bieguna.

Legenda:

- Warsaw – Warszawa
- Alps – Alpy
- Carpathians – Karpaty
- Urals – Ural
- Great Caucasus – Wielki Kaukaz
- Third Pole – Trzeci Biegun
- Zagros – Zagros
- Iranian Plateau – Wyżyna Irańska
- Pan-Third Pole – Rozszerzony Trzeci Biegun
- Area affected by Pan-Third Pole – zakres wpływu Rozszerzonego Trzeciego Bieguna
- Silk Road Economic Belt – Pas Ekonomiczny Jedwabny Szlak
- 21st-Century Maritime Silk Road – Morski Jedwabny Szlak XXI w.





Prof. Tandong Yao

to chiński glaciolog, członek Chińskiej Akademii Nauk i honorowy dyrektor Instytutu Badań nad Wyżyną Tybetańską. W 2017 r. jako pierwszy azjatycki naukowiec zdobył prestiżowy Medal Vegi z dziedziny antropologii i geografii za osiągnięcia badawcze dotyczące lodowców i środowiska naturalnego Wyżyny Tybetańskiej.

Prof. Fahu Chen

jest dyrektorem Instytutu Badań Wyżyny Tybetańskiej w Chińskiej Akademii Nauk. Zajmuje się głównie badaniem zmian klimatu i archeologią środowiskową na obszarach suchych Azji Środkowej i obszarach monsunowych Chin. Jego najważniejsze osiągnięcia naukowe dotyczą zachodniego reżimu klimatycznego w suchym klimacie Azji Środkowej, początków kolonizacji Wyżyny Tybetańskiej przez ludzi oraz gwałtownych zmian klimatu w północno-zachodnich Chinach zachodzących w suborbitalnej skali czasowej.



Badawczego (Priorytet B) o nazwie „Wieloaspektowe interakcje w obrębie systemu ziemskiego na Wyżynie Tybetańskiej i ich wpływ na zasoby i środowisko”.

W miarę postępu badań prowadzonych w ramach TPE coraz lepiej zdajemy sobie sprawę, że zmiany środowiska naturalnego na obszarze Trzeciego Bieguna mogą długofalowo wpływać także na inne obszary. W 2016 r. w ramach TPE wysunięto propozycję, aby badania nad „Trzecim Biegunem” objęły także obszary dotknięte zmianami wywołanymi procesami zachodzącymi na Trzecim Biegunie, m.in. w Azji Wschodniej, Południowej i Środkowej czy Europie Wschodniej. Proponowany obszar Rozszerzonego Trzeciego Bieguna obejmuje Pas Ekonomiczny Szlaku Jedwabnego. Wliczają się do niego wszystkie kraje obszaru Pasa i Drogi. Wkrótce po sformułowaniu tej propozycji badania nad Rozszerzonym Trzecim Biegunem trzymały znaczące dofinansowane zarówno od chińskiego ministerstwa nauki i technologii, jak i Chińskiej Akademii Nauk. W 2017 r. Chińska Akademia Nauk zainicjowała Drugą Kompleksową Ekspedycję Naukową na Trzeci Biegun, po czym chińskie ministerstwo nauki i technologii ogłosiło w 2018 r., że przez kolejnych 5–10 lat zainwestuje 4,4 mld juanów w finansowanie badań na rzecz kompleksowego zrozumienia zmian klimatu, zasobów wodnych, ekosystemów, bioróżnorodności i aktywności ludzkiej na obszarze Trzeciego Bieguna i w obszarach przyległych. Niedawno Chińska Akademia Nauk zainicjowała Strategiczny Program Badawczy (Priorytet A) zatytułowany „Zmiany klimatu na obszarze Rozszerzonego Trzeciego Bieguna z myślą o rozwoju Zielonego Jedwabnego Szlaku”, wsparty finansowaniem w wysokości 1,68 mld juanów. Program ma służyć rozwojowi ekologicznemu na obszarze Rozszerzonego Trzeciego Bieguna dzięki uściśleniu wiedzy o warunkach dotyczących zasobów naturalnych i pojemności środowiska naturalnego, zidentyfikowaniu mechanizmów zmian środowiska oraz przedstawieniu naukowej strategii zmierzającej do stworzenia Ekologicznego Szlaku Jedwabnego. Uniknięcie najgorszych skutków zmian klimatu wymagało będzie również dogłębnej współpracy międzynarodowej pomiędzy instytucjami

mi naukowymi i krajami na obszarze Rozszerzonego Trzeciego Bieguna. Z myślą o zapewnieniu ekologicznego rozwoju w listopadzie 2018 r. Chińska Akademia Nauk stworzyła federację międzynarodowych organizacji naukowych o nazwie Alliance of International Science Organizations (ANSO) z obszaru Pasa i Drogi. Założenie ANSO zintegruje międzynarodową społeczność naukową oraz zmobilizuje kraje do wspólnych działań na rzecz walki z wyzwaniami spowodowanymi zmianami klimatu.

Podczas sympozjum „Safeguarding Our Climate, Advancing Our Society”, które odbyło się w Katowicach 10 grudnia 2018 r., naukowcy sugerowali, że nadal mamy możliwość wzięcia pełnej odpowiedzialności i uniknięcia kryzysu klimatycznego, jednak możliwość ta gwałtownie się kurczy. Trzeci Biegun wraz z biegunami północnym i południowym należy do obszarów najwrażliwszych i najbardziej narażonych na gwałtowne zmiany klimatu. Silne dane naukowe wskazują, że wszystkie trzy „bieguny” (północny, południowy i „trzeci”) ulegają gwałtownemu ogrzaniu, przy czym już teraz obserwujemy negatywne skutki zmian klimatu dla ekosystemów i ludności, np. nieodwracalne zmiany w ekosystemach, wymieranie gatunków i podnoszenie się poziomu morza. Konieczne jest zatem stworzenie solidnych podstaw naukowych, które pozwolą zrozumieć, jakie są niezbędne działania na rzecz klimatu, i zorganizować wymianę takiej wiedzy. Interesującą jaskółką zmian jest tu promowany przez chiński rząd program o nazwie Tri-Polar Environment and Climate Change (TPEC), który będzie się skupiał na zmianach klimatu na obszarze Trzech Biegunów, ich wpływie na środowisko regionalne/globalne oraz związkach łączących Trzy Bieguny dzięki stworzeniu wielowymiarowych systemów obserwacyjnych. Dzięki wdrożeniu tego projektu łatwiej będzie zapewnić wsparcie naukowe i technologiczne umożliwiające radzenie sobie z katastrofami wywołanymi zmianami klimatu, zabezpieczenie bezpieczeństwa biegunów oraz stworzenie „społeczności na rzecz wspólnego jutra dla całej ludzkości”.

TANDONG YAO, FAHU CHEN

Further reading:

Chen F.H., Dong G.H., Zhang D., et al. Agriculture facilitated permanent human occupation of the Tibetan Plateau after 3600 B.P. *Science*, 2015, 60, 1–14.

Chen F.H., Jia J., Chen J.H., et al. A persistent Holocene wetting trend in arid central Asia, with wettest conditions in the late Holocene, revealed by multi-proxy analyses of loess-paleosol sequences in Xinjiang, China. *Quaternary Science Reviews*, 2016, 146, 134–146.

Yao T.D., Thompson L., Yang W., et al. Different glacier status with atmospheric circulations in Tibetan Plateau and surroundings. *Nature Climate Change*, 2012, 2, 663–667.

Yao T.D., Chen F.H., Cui P., et al. Od Wyżyny Tybetańskiej do „Trzeciego Bieguna” oraz obszaru rozszerzonego wokół niego. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2017, 32 (9): 924–931 (artykuł w języku chińskim).

Zhang G., Yao T., Xie H., et al. Increased mass over the Tibetan Plateau: From lakes or glaciers? *Geophysical Research Letters*, 2013, 40: 2125–2130.

Zhang Y.L., Qi W., Zhou C.P., et al. Spatial and temporal variability in the net primary production of alpine grassland on the Tibetan Plateau since 1982. *Journal of Geographical Sciences*, 2014, 24: 269–287.