

Powrót do przeszłości

część 2

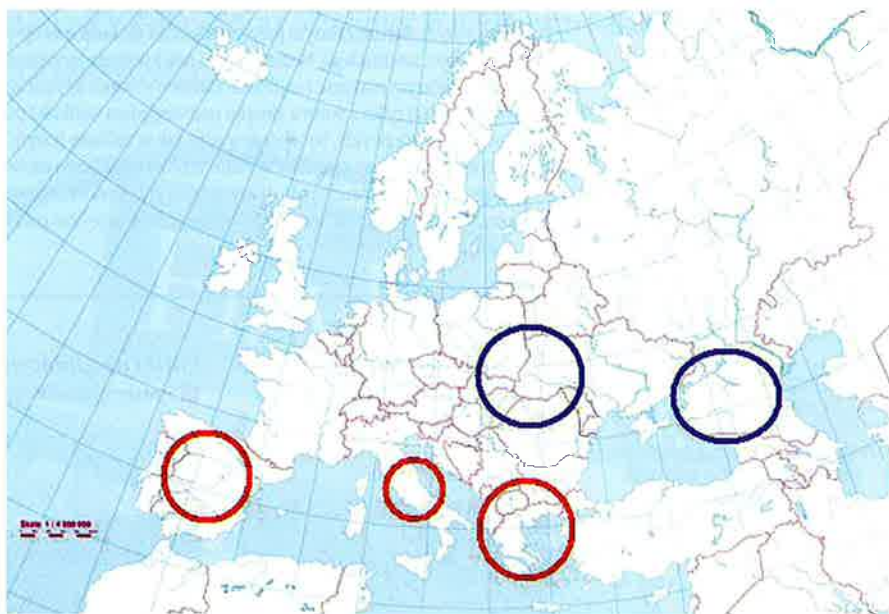
Joanna Stojak

Trwające około 23 000–18 000 lat temu ostatnie zlodowacenie (ang. *Last Glacial Maximum*, LGM) wywarło istotny wpływ na rozmieszczenie gatunków na całym świecie. Drastyczna zmiana klimatu i rozrastająca się ściana lodu zmusiła zwierzęta i rośliny do dalekich wędrówek w poszukiwaniu nowych siedlisk, w których panowały bardziej przystępne warunki środowiskowe. Pokonując bariery geograficzne i środowiskowe, rozprzestrzeniając się w odległe zakątki świata, dotarły w końcu do miejsc, w których przetrwały długi okres oczekiwania na cofnięcie się lądolodu (tzw. refugia glacialne). Lokalizacje te stanowią kluczową wskazówkę ułatwiającą poznanie przeszłej historii gatunków. Nic dziwnego zatem, że filogeografowie poszukują tych miejsc z iście detektywistycznym zapałem.

Wielka ucieczka do ciepłych krajów

Poszukując refugium glacialnych, trzeba rozważyć wszystkie trudności napotymane przez gatunki wędrujące w ich kierunku: czy musiały pokonać wysokie łańcuchy górskie, okrążyć duże zbiorniki wodne, dostosować się do nowych warunków środowiskowych i zmienić nawyki.

Głównymi wskazówkami są skamieniałości gatunków strefy umiarkowanej, odnajdywane w miejscu



Rys. 1. Rozmieszczenie potencjalnych refugium glacialnych na mapie Europy. Na czerwono zaznaczono refugia południowe, na niebiesko – krytyczne refugium karpackie

potencjalnego refugium, datowane na okres ostatniego zlodowacenia. Wykazują one, że w tym czasie większość gatunków europejskich przemieściła się na południe, na obszary śródziemnomorskich półwyspów: Apenińskiego, Bałkańskiego i Iberyjskiego (Rys. 1). Pozwoliło to na wysunięcie hipotezy, że to właśnie tam znajdowały się refugia glacialne (ang. *southern refuge hypothesis*).

Najczęściej odnajdywanymi w obszarze Morza Śródziemnego skamieniałościami są m.in. skamieniałości jelenia szlachetnego (*Cervus elaphus*), lisa rudego (*Vulpes vulpes*) czy sarny europejskiej (*Capreolus capreolus*). Paleontolodzy odnajdują tam również szczątki mamuta

(*Mammuthus primigenius*) czy renifera (*Rangifer tarandus*) (Rys. 2).

Skamieniałości i dane palinologiczne (pyłki) pozwalają na odtworzenie pełnej historii filogeograficznej analizowanego gatunku. Co więcej, analizy ziaren pyłków i skamieniałości pancerzy chrząszczy wykazują, że pokrywa lodowa zniknęła niezwykle gwałtownie, wywołując bardzo szybką ekspansję gatunków z refugium. Dane te sugerują, że prędkość tej ekspansji wynosiła ponad 1 km, a u niektórych gatunków nawet setki metrów w ciągu roku.

Po ustąpieniu lodowca gatunki, które wycofały się do refugium glacialnych, rozpoczęły wędrówki powrotne, zasiedlając coraz większe

obszary kontynentu. Konik polny (*Chorthippus parallelus*) zasiedlił Europę jedynie z Półwyspu Bałkańskiego, ponieważ nie był w stanie pokonać masywów górskich Pirenejów i Alp stojących na drodze z Iberii i Półwyspu Apenińskiego. Z kolei jeź (*Erinaceus* spp.) pokonał te bariery geograficzne i zasiedlił Europę ze wszystkich trzech refugiumów.

Natomiast dla roślin, np. dębu (*Quercus* spp.) czy olchy (*Alnus glutinosa*), bariery te również nie stanowiły problemu, umożliwiając gatunkom rozprzestrzenienie się ze wszystkich trzech półwyspów.

W przypadku niedźwiedzia (*Ursus arctos*) okazało się, że zarówno przed ostatnim zlodowaceniem, jak i po nim gatunek ten zamieszkiwał tereny Europy centralnej, ponieważ był zmuszony do wycofania się na okres zlodowacenia na obszary śródziemnomorskie. Skamieniałości tego gatunku, datowane na okres LGM, odnaleziono jednak nie tylko na obszarze refugiumów południowych, ale i w regionie Basenu Karpackiego.

Północ – południe

Mimo iż większość dowodów kopalnych jednoznacznie potwierdza migrację różnych gatunków na obszary Morza Śródziemnego, nie brakuje dowodów na to, że istniały i inne miejsca mogące pełnić funkcję refugiumów glacialnych (tzw. kryptyczne refugia północne (Rys. 1). Podejrzewa się, że jedną z potencjalnych lokalizacji mógł być region karpacki, w którym odnaleziono skamieniałości różnych gatunków ssaków, m.in. nornicy rudej (*Myodes glareolus*) czy łasicy (*Mustela nivalis*). Analizy molekularne współczesnych populacji potwierdziły, że obszary Polski były rekolonizowane w dużym stopniu przez populacje karpackie, wzmacniając hipotezę o refugiach północnych. Dodatkowo ujawniły, że na terenie północno-wschodniej Polski występuje strefa kontaktu (ang. *suture zone*) dwóch linii filogeograficznych nornicy rudej: linii wschodniej i linii karpackiej właśnie.

Ustalono do tej pory, że na terenie Europy występuje sześć głównych stref kontaktu, w których spotykają się różne gatunki rekolonizujące kontynent z poszczególnych refugiumów glacialnych.

Analizy molekularne pozwalają również na określenie wpływu czynnika antropogenicznego na rozprzestrzenianie się gatunków. Badania paleontologiczne przeprowadzone na wyspie Orkney (Anglia) nie wykazały obecności nornika zwyczajnego (*Microtus arvalis*) pospolitego na tych terenach (Rys. 3) ani przed ostatnim zlodowaceniem, ani tuż po nim. Bliski związek tego gryzonia z uprawami rolnymi podsunął naukowcom myśl o ewentualnym zawleczeniu gatunku na wyspę przez człowieka. Potwierdziły to badania zmienności mitochondrialnej sekwencji cytochromu b – sekwencja norników z wyspy była bardzo podobna do sekwencji zlokalizowanej w hiszpańskiej i francuskiej populacji norników zwyczajnych.

Oczywiście każdy scenariusz postglacialnej kolonizacji stanowi jedynie model hipotetyczny. Na razie filogeografia nie dysponuje metodami pozwalającymi na uzyskanie precyzyjnych danych geograficznych i jednoznacznych dowodów.

Gra warta świeczki?

Analizując przebieg i wyniki badań filogeograficznych, można zapytać o wpływ odkrycia refugiumów północnych na tworzone modele wędrówek i tym samym postglacialną historię.

Odkrycie refugiumów glacialnych stanowi niewątpliwie przełom w filogeografii – przecież droga rekolonizacji z refugiumów północnych na obszary wokół Morza Bałtyckiego jest znacznie krótsza niż ta z refugiumów południowych. Pozwala to także na wyjaśnienie bardzo szybkiego pojawienia się małych ssaków drapieżnych w Niemczech po ustąpieniu lodowca oraz w trakcie interglacjałów. Co więcej, zgromadzenie się wielu różnych gatunków w ściśle określonych punktach skutkuje tym, że współcześnie to



Rys. 2. Renifer (*Rangifer tarandus*)



Rys. 3. Nornik zwyczajny (*Microtus arvalis*), fot. Joanna Stojak

tam obserwuje się największą różnorodność zarówno pod względem gatunkowym, jak i haplotypowym.

Powstawanie stref kontaktu i stref hybrydyzacji jest procesem ciągłym. W 2006 roku na Wyspie Wiktorii (Kanada) zastrzelono niedźwiedzia, który okazał się hybrydą niedźwiedzia polarnego i grizzly (nazwanego niedźwiedziem grolar). Analiza jego DNA wykazała, że pochodził z pokolenia F2 – był wynikiem krzyżowania samicy grolar z samcem grizzly. Naukowcy podejrzewają, że powstawanie nowych stref kontaktu na Północy może być spowodowane zachodzącymi zmianami klimatu. Cofanie się lodowca oznacza zniknięcie bariery, która separowała od siebie różne gatunki przez co najmniej 10 000 lat.

Być może już niedługo filogeograficzne opisanie przeszłych wydarzeń umożliwi naukowcom prognozowanie zmian, które dla wielu gatunków dopiero mogą nadejść.

mgr Joanna Stojak

Instytut Biologii Ssaków PAN w Białowieży