



dr hab. inż.
Andrzej Górszczyk,
prof. PAN

Pracuje w Zakładzie
Obrazowania
Geofizycznego
Instytutu Geofizyki
PAN. Od ponad 10 lat
zajmuje się tematyką
związaną
z przetwarzaniem
i obrazowaniem
danych sejsmicznych,
zwłaszcza inwersją
pełnego pola falowego.
agorszczyk@igf.edu.pl

MAŁE WULKANY, WIELKA ZAGADKA

W ostatnich latach grupa naukowców odkryła nowy rodzaj wulkanów podwodnych, które pozostawały nieodkryte ze względu na swój niepokąźny rozmiar.



Wulkany typu *petit-spot* to młode, małe wulkany, które powstają wzdłuż szczelin u podstawy płyt tektonicznych – mówi dr Naoto Hirano z Centrum Studiów Azji Północno-Wschodniej na Uniwersytecie Tohoku. – Podczas zapadania się płyty tektonicznej w górny płaszcz Ziemi dochodzi do jej ugięcia i pojawienia się pęknięć, co pozwala na erupcje małych wulkanów. Wydobywająca się magma pochodzi bezpośrednio z astenosfery – najwyższej części płaszczka Ziemi, która napędza ruch płyt tektonicznych.

Andrzej Górszczyk

Zakład Obrazowania Geofizycznego
Instytut Geofizyki PAN w Warszawie

Wulkany są inspirującymi przejawami ruchów magmy wewnątrz Ziemi. Wyzwalają ogromną energię, kształtując krajobrazy i zmieniając ekosystemy w wyniku erupcji. Od majestatycznych, ośnieżonych szczytów stratowulkanów po spokojnie bulgoczące lawą wulkany tarczowe – każdy wulkan opowiada wyjątkową historię o ewolucji geologicznej naszej planety.

Mimo swojego niszczycielskiego potencjału wulkany są środowiskiem życia wielu organizmów, które przystosowują się do trudnych warunków, czerpiąc z jego obfitości. Badania wulkanów są niezwykle istotne, ponieważ dostarczają ważnych informacji na temat ryzyka związanego z ich erupcją dla człowieka i środowiska. Jednocześnie są to badania fascynujące, ponieważ odsłaniają zawiłości, które rządzą wnętrzem Ziemi.

Wulkany można znaleźć w różnych miejscach na całym świecie. Najczęściej są one rozmieszczone wzdłuż granic płyt tektonicznych. Jednym z typowych obszarów jest otaczający Ocean Spokojny tzw. Pacyficzny Pierścień Ognia, znany z intensywnej aktywności wulkanicznej. Inne popularne lokalizacje występowania wulkanów to grzbiety śródoceaniczne, gdzie tworzące się płyty tektoniczne rozchodzą się, co sprzyja swobodnemu wypływowi magmy. Wulkany tworzą się też punktowo z dala od granic płyt tektonicznych na obszarze tzw. hot spotów. W tych miejscach pióropusze gorącej magmy z płaszczą przebijają powierzchnię Ziemi, tworząc łańcuchy wysp wulkanicznych lub kaldery superwulkaniczne, np. na Hawajach i w Yellowstone. Strefy subdukcji, gdzie jedna płyta tektoniczna zapada się pod drugą, są z kolei miejscem występowania wybuchowych stratowulkanów, takich jak w Andach lub Górach Kaskadowych. Różne typy wulkanów są zatem przejawem dynamicznej natury zjawisk wulkanicznych na całej planecie.

W ostatnich latach naukowcy z Japonii odkryli nowy typ wulkanów, zwanych *petit-spot*, co rzuca nowe światło na naszą wiedzę o wulkanizmie wewnątrzpłyty. Wulkany *petit-spot* to małe podwodne wulkany, zwykle o wysokości zaledwie kilkudziesięciu metrów, powstające wzdłuż pęknięć litosfery w odpowiedzi na ugięcie się płyty oceanicznej podczas subdukcji. Ich odkrycie miało ogromne znaczenie, ponieważ wykazało, że procesy tektoniczne mogą wywołać wulkanizm wewnątrzpłyty. Wkrótce po ich odkryciu pojawiła się debata dotycząca gęstego usytuowania tych wulkanów na stosunkowo niewielkim

obszarze, co znacząco wpływa na alternację pokrywy osadowej skorupy oceanicznej. Co więcej, w szerszej perspektywie ich występowanie wpływa na cykl chemiczny magmatyzmu łukowego i globalny cykl składników lotnych. Zatem mimo swoich niepozornych rozmiarów wulkany *petit-spot* mają duży wpływ na cały system subdukcji, w tym nukleację i propagację niszczących trzęsień Ziemi.

W ramach grantu OPUS Narodowego Centrum Nauki zespół badaczy z Instytutu Geofizyki PAN we współpracy z naukowcami z Université Grenoble Alpes oraz Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC) będzie badał wpływ wulkanizmu *petit-spot* na strukturę litosfery z wykorzystaniem metod obrazowania sejsmicznego. Projekt ma na celu zintegrowanie najnowocześniejszych technik inwersji pola falowego i obrazowania sejsmicznego z unikatowymi zestawami danych sejsmicznych, by stworzyć wysokorozdzielcze modele geologiczne regionu Rowu Japońskiego – miejsca, w którym 15 lat temu po raz pierwszy odkryto wulkany *petit-spot*. Opierając się na zaproponowanym modelu ich powstawania, postawiono hipotezę, że proces ten może

W ostatnich latach naukowcy z Japonii odkryli nowy typ wulkanów, zwanych *petit-spot*, co rzuca nowe światło na naszą wiedzę o wulkanizmie wewnątrzpłyty.

powodować zmiany parametrów fizycznych skorupy oceanicznej i górnego płaszczą. W chwili obecnej wysokorozdzielcze metody inwersji i migracji danych sejsmicznych są jedynymi niezawodnymi technikami obrazowania w skali skorupowej.

Siła w zespole

Konieczność szczegółowego wglądu w strukturę pokrywy osadowej zaburzonej przez wulkanizm typu *petit-spot* została już wcześniej dostrzeżona przez międzynarodową grupę naukowców. By ją zbadać, zaproponowano wykonanie odwiertów w dnie oceanicznym. Wsparciem programu wierceń ma być szczegółowe obrazowanie sejsmiczne, które dostarczy uzupełniające informacje na temat badanego obszaru. Projekt ma na celu zobrazowanie zmian w pokrywie osadowej spowodowanych wulkanizmem typu *petit-spot*. Zdobyte informacje pomogą zrozumieć wpływ tego rodzaju wulkanizmu na strefy subdukcji oraz ich system geodynamiczny w odniesieniu do dużych i niszczycielskich trzęsień Ziemi.



Chcesz wiedzieć
więcej?

Hirano N., Takahashi E.,
Yamamoto J., Abe N., Ingle S.P.,
Kaneoka I. et al.,
*Volcanism in response to plate
flexure*, „Science” 2006,
vol. 313(5792).

Hirano N., Machida S., Sumino H.,
Shimizu K., Tamura A.,
Morishita T., Iwano H., Sakata S.,
Ishii T., Arai S., Yoneda S.,
Danbara T., Hirata T., *Petit-spot
volcanoes on the oldest portion of
the Pacific Plate*, (w) I. Belkin,
I.G. Priede (red.),
Deep-Sea Research, Part I, 2019,
doi: 10.1016/j.dsr.2019.103142

Górszczyk A., Operto S.,
Malinowski M., *Toward a robust
workflow for deep crustal imaging
by FWI of OBS data: The eastern
Nankai Trough revisited*, „Journal
of Geophysical Research:
Solid Earth” 2017, vol. 122,
doi: 10.1002/2016JB013891

Obserwowane przez nas wulkany *petit-spot* są powierzchniowym dowodem procesów zachodzących w głębszej litosferze. Procesy te nadal nie są w pełni poznane i wymagają dalszych analiz. Jednym z elementów zaplanowanych badań jest budowa wysokorozdzielczych modeli rozpoznawanych struktur w skali całej skorupy ziemskiej – do górnego płaszcza. Struktury te powinny być widoczne sejsmicznie, a ich dokładna rekonstrukcja jest kluczowym czynnikiem w zrozumieniu, jak lava migruje z głębokiej litosfery przez skorupę oceaniczną, by wydostać się na powierzchnię.

Postęp technologiczny w obrazowaniu sejsmicznym na skalę regionalną jest niezbędny do rekonstrukcji głębokich struktur geologicznych. Wykorzystując wysokiej jakości dane, moc obliczeniową i technologie rozwijaną przez lata w połączeniu ze zgromadzoną wiedzą specjalistyczną w tej dziedzinie, opisany wyżej projekt stwarza wyjątkową szansę na zaangażowanie społeczności geologicznej i geofizycznej w prace nad najnowocześniejszymi metodologiami.

Projekt ma także na celu gromadzenie nowej generacji gromadzenia skorupowych danych sejsmicznych

o gęstym próbkowaniu przestrzennym. Jednocześnie ma on inspirować do opracowywania wydajnych kodów źródłowych, by w pełni wykorzystać dostępną obecnie moc obliczeniową. Ponadto jest on wsparciem dla trwających badań nad efektywnymi podejściami do modelowania i inwersji danych sejsmicznych. Łącząc te aspekty skorupowego obrazowania sejsmicznego nowej generacji, projekt oferuje możliwość wykorzystania doświadczeń ostatnich dziesięcioleci i przyspieszenia rozwoju technicznego obrazowania sejsmicznego w skali skorupy ziemskiej. Uznając, że ta ewolucja jest procesem długotrwałym, wymagającym wkładu inżynierów zajmujących się pozyskiwaniem danych w terenie, twórców oprogramowania, matematyków, fizyków i innych naukowców, projekt wspiera wyłonienie się nowego pokolenia młodych, utalentowanych naukowców. Osoby te mają szansę odegrać kluczową rolę zarówno w akademickich laboratoriach zajmujących się naukami o Ziemi, jak i w badaniach przemysłowych i rozwojowych, przyczyniając się do zrozumienia środowiska i dołączając do wysiłków na rzecz zrównoważonego rozwoju. ■