

Jakub Buda

Akumulacja, mobilność i biodostępność radioizotopów oraz ich wpływ na wybrane elementy ekosystemu supraglacialnego

Streszczenie

Antropogeniczny wpływ na różne poziomy organizacji ekosystemów znacznie wzrósł od drugiej wojny światowej, szczególnie na obszarach wysoce uprzemysłowionych. Nawet odległe regiony górskie i polarne nie są już wolne od zanieczyszczeń, a dziedzictwo naszych działań w postaci zanieczyszczeń zostało rozprzestrzenione na całym świecie. Jednym ze stresorów wysokiego ryzyka są radioizotopy, które stały się szczególnym zagrożeniem w wyniku działań wojskowych i awarii elektrowni jądrowych. Radioizotopy wytworzone przez ludzi, zwane radioizotopami sztucznymi, osiągnęły szczyt depozycji w latach 60. XX wieku. Z powodu długiego okresu półtrwania niektórych z nich, utrzymują się one w ekosystemach.

Ciemny biogeniczny osad na powierzchni lodowców skutecznie gromadzi atmosferyczne zanieczyszczenia, w tym radioizotopy. Ten osad, zwany kriokonitem, jest istotnym komponentem funkcjonowania ekosystemów lodowych i ekosystemów przylegających, ponieważ dostarcza składniki odżywcze na lodowcach oraz na ich przedpolach. Natomiast, ze względu na ciemny kolor przyspiesza topnienie lodowców. Stężenie radioizotopów w kriokonicie jest wyższe niż w otaczających siedliskach. Kluczowe są zatem działania na rzecz zrozumienia jaki wpływ mogą mieć podwyższone stężenia radioizotopów na ekosystemy lodowcowe oraz co kształtuje rozmieszczenie i stężenie radioizotopów. Głównym celem tej pracy jest zrozumienie, czy podwyższone stężenia radioizotopów mogą zagrozić organizmom zamieszkującym lodowce i otaczające ekosystemy.

Wyniki uzyskane w ramach tej pracy zapewniają kompleksowy przegląd rozmieszczenia przestrzennego, bioakumulacji i potencjalnych zagrożeń promieniowania jonizującego na organizmy lodowcowe poprzez analizę 22 lodowców alpejskich. Badania te są jednymi z niewielu, które próbują odpowiedzieć na pytanie, czy antropogeniczna radioaktywność wpływa również na organizmy poza miejscami katastrof lub miejscami testowania broni jądrowej i jako pierwsze określają relacje organizmów z radioizotopami na lodowcach.

Wyniki pierwszego rozdziału wskazały na pozytywny związek między stężeniami aktywności ^{137}Cs i ^{210}Pb a zawartością materii organicznej. Ponadto ^{210}Pb był również dodatnio związany ze stężeniem chlorofilu, co sugeruje wpływ społeczności fotoutotroficznych na bioakumulację. Analiza mobilności ujawniła, że ^{137}Cs jest w 72% związany z minerałami, natomiast ^{210}Pb jest bardziej mobilny i związany z

kompleksami organicznymi. Cez-137 jest częściowo związany z materią organiczną, ale mocno związany z powierzchnią minerałów, może zatem oddziaływać na organizmy, które budują biofilm na ziarnach mineralnych. Zaobserwowano u szczytowych konsumentów akumulację radioizotopów ^{137}Cs , ^{210}Pb i $^{239+240}\text{Pu}$. Są to jednak wartości dużo niższe niż w obszarach silnie zanieczyszczonych, takich jak strefa wykluczenia w Czarnobylu. Podsumowując, wyniki wskazują, że radionuklidy wykazują różne relacje przestrzenne z organizmami i prawdopodobnie mają inną drogę rozprzestrzeniania się podczas topnienia lodowca.

W drugim rozdziale, analiza ^{137}Cs , ^{210}Pb i ^{241}Am między lodowcami ujawniła, że cechy lodowca (powierzchnia, wysokość i ilość materii organicznej) odgrywają bardziej znaczącą rolę w akumulacji radioizotopów niż czynniki geograficzne i opady. Oprócz zawartości materii organicznej w kriokonicie i wysokości (znaczącej dla ^{210}Pb), powierzchnia lodowca jest najważniejszym predyktorem stężeń aktywności radioizotopów na alpejskich lodowcach. Stężenie aktywności naturalnych i antropogenicznych radioizotopów są wyższe na małych lodowcach niż na dużych. Sugeruje to, że znaczna ich część jest wiązana z kriokonitem podczas topnienia lodowców.

Najważniejszym wynikiem trzeciego rozdziału jest negatywny wpływ podwyższonej radioaktywności wskutek akumulacji ^{137}Cs i ^{210}Pb na mikroorganizmy w otworach kriokonitowych. W przypadku bakterii efekt jest podobny dla obu radionuklidów, natomiast w przypadku zgrupowań eukariotycznych ^{210}Pb ma silniejszy wpływ na zmniejszenie bogactwa gatunkowego. Wyniki te są poparte oceną ryzyka w poprzednich rozdziałach, z których wynika, że ^{210}Pb jest silniej związany z martwą materią organiczną i organizmami, natomiast ^{137}Cs z frakcjami mineralnymi.

Teza zawiera pierwsze dowody na to, że podwyższone stężenia radioizotopów na lodowcach są efektem bioakumulacji przez organizmy lodowcowe co może zagrażać bioróżnorodności i funkcjonowaniu tego ekosystemu. Jest to ważne, ponieważ zgodnie z przewidywaniami, małe alpejskie lodowce znikną w ciągu 50 lat, uwalniając radioizotopy. Zakładając ten scenariusz, możemy być świadkami intensywnej presji abiotycznej na ekosystemy związane z lodowcami. Systematyczne i skoordynowane monitorowanie zanieczyszczeń uwalnianych przez lodowce jest kluczem do zrozumienia tego problemu w skali globalnej.