

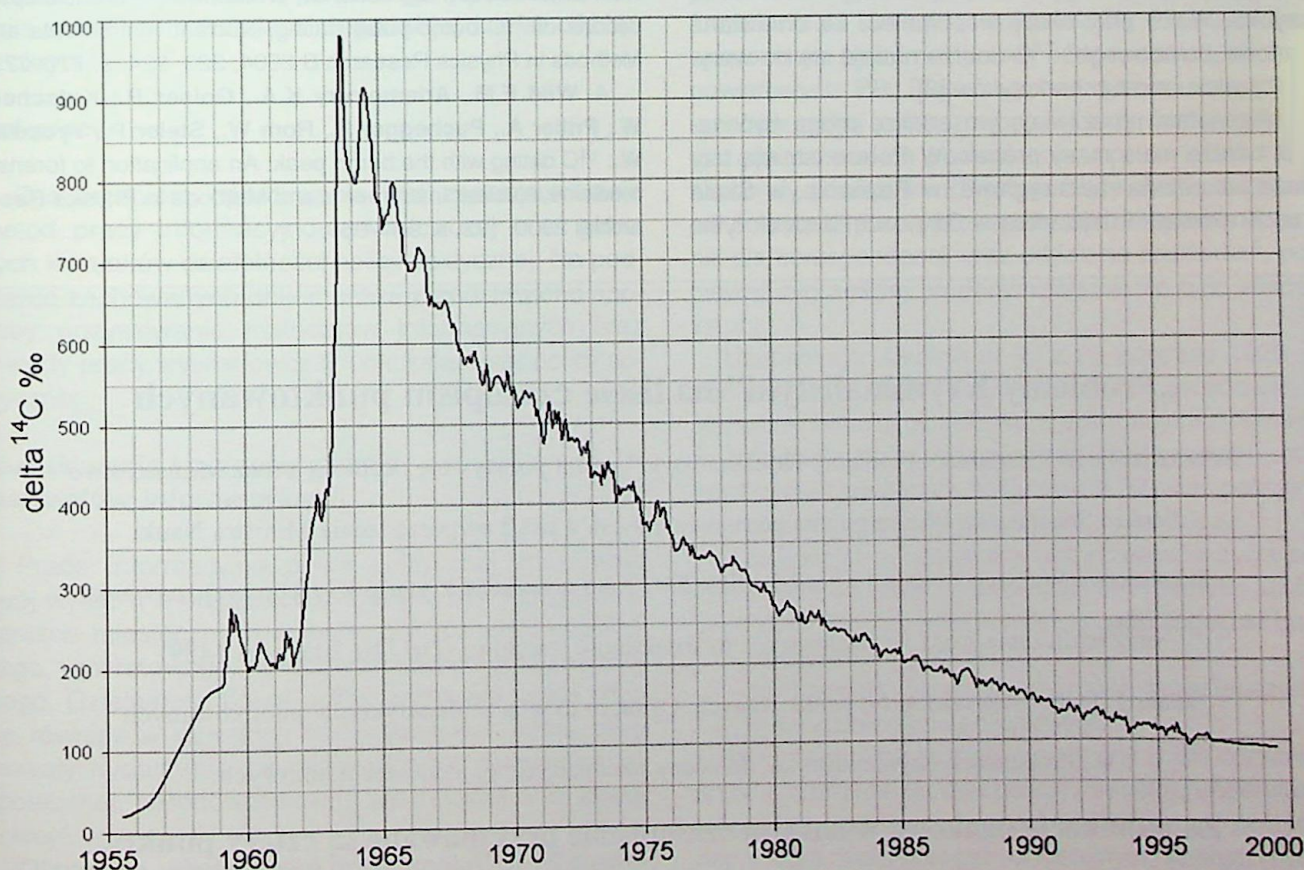
Możliwość wykorzystania izotopu węgla ^{14}C do oceny roku zgonu w zakresie ostatnich 50 lat

Izotop pierwiastka węgla o liczbie masowej 14, czyli ^{14}C , nazywany też, ze względu na jego promieniotwórczość, radiowęgłem znajduje zastosowanie głównie w archeologii. Pozwala on wyznaczać wiek szczątków pochodzenia organicznego, w tym szczątków ludzkich, ale także drewnianych narzędzi czy zwęglonych ziarniaków zbóż. Izotop ^{14}C stanowi bardzo małą część węgla, którego głównym izotopem jest ^{12}C . Proporcja masy wyraża się liczbą zaledwie 10^{-12} . Stąd trudności pomiarowe i wysoka cena analizy, wynosząca co najmniej 500 zł.

Metoda radiowęglowa [1] nazywana jest metodą datowania, gdyż pozwala określić z pewną dokładnością wiek obiektów, na przykład kości, w zakresie do 50 tysięcy lat. Dokładność datowania pojedynczego obiektu w najlepszym wypadku wynosi ± 20 lat. Jednak ze względu na niestabilność koncentracji ^{14}C w atmosferze w przeszłości, dla czasów historycznych, na przykład dla okresu 1700–1950, niepewność pomiarowa wynosi raczej co najmniej ± 100 lat.

Po roku 1950 zachodzi natomiast zupełnie nowe zjawisko, zaburzające naturalne procesy przyrodnicze, lecz dające możliwość radykalnego zwiększenia użyteczności radiowęglu w odniesieniu do próbek pochodzących z drugiej połowy XX wieku. Otóż w tym czasie, a szczególnie w latach 1961–62, wprowadzono do atmosfery ziemskiej ogromne ilości ^{14}C . Chodzi oczywiście o próbne wybuchy termojądrowe, które produkowały wszelkie możliwe izotopy. Awaria w Czarnobylu miała podobny efekt, jednak słabszy. Warto zauważyć, że próbki z okresu po awarii w Czarnobylu mogą być datowane izotopowo, jednak lepszy od radiowęglu jest tu izotop cezu ^{137}Cs (to zagadnienie nie będzie tu omawiane).

Na osi pionowej wykresu (ryc.) widać, że wzrost koncentracji ^{14}C w atmosferze był niemal dwukrotny (delta oznacza przyrost, który wynosi niemal 1000‰). To radykalne zaburzenie środowiska daje pewną szansę na datowanie próbek organicznych (zawierających węgiel) pochodzących z okresu po roku 1964.



Ryc. Wzrost i zanik koncentracji izotopu ^{14}C w atmosferze związany z testowaniem na początku lat 60. broni jądrowej
 źródło: autor (dane za Hua, Barbetti [2])

Jeżeli otrzymany wynik pomiaru ^{14}C w danym szczątku jest $\delta = 500\%$, to na podstawie danych zawartych na wykresie można stwierdzić, że organizm zaprzestał pobierania węgla z atmosfery (zmarł) w latach 1971–73 albo w roku 1963, wykluczyć można okres po roku 1973. Załączonego wykresu użyć można do sprawdzenia, czy w danej sytuacji ma sens analiza ^{14}C . Zależne to będzie od stawianych hipotez. Jeżeli hipotetyczna data śmierci znana jest z dokładnością do roku, dwóch, trzech lat, to z dużym prawdopodobieństwem zostanie jednoznacznie potwierdzona lub wykluczona. Jeżeli pytanie brzmi, czy data śmierci jest późniejsza od np. 1990 roku, to w przypadku, gdyby wynik pomiaru ^{14}C był $\delta = 100\%$, można stwierdzić, że data śmierci zawiera się w granicach 1994–2000 (wynik pomiaru zawsze ma swoją niepewność, podobnie jak krzywa prezentowana na wykresie). Oczywiście jest też możliwe (jak widać z wykresu), że data śmierci to 1958 rok, ale tu pomogą już zapewne inne przesłanki.

Pewnego zastanowienia wymaga kwestia, jakich części ludzkiego organizmu można użyć do analizy. Niestety nie najlepsze są do tego kości, a zwłaszcza kolagen, który nadaje się do datowania w archeologii. Kolagen nie podlega szybkiej wymianie w żyjącym organizmie i zachowuje przeszłe koncentracje radiowęglu. Wady tej nie mają na przykład włosy, które rosną szybko. Warto przy okazji wspomnieć, że omawiana metoda „bombowego” ^{14}C dobrze nadaje się do weryfikacji wieku win lub narkotyków [3].

Materiałem umożliwiającym analizę mogą być nawet bardzo małe masy próbek. W Polsce istnieją trzy duże laboratoria radiowęglowe, w Poznaniu, w Skale pod Krakowem i najstarsze w Gliwicach. Jednak tylko

poznzańskie laboratorium ma najnowocześniejszą aparaturę typu AMS (*Accelerator Mass Spectrometry*) pozwalającą analizować próbki miligramowe. Laboratorium w Zurychu mierzy nawet mikrogramy, ale to dotyczy raczej spraw zupełnie wyjątkowych (tam, między innymi, była badana autentyczność całunu turyńskiego). Pozostałe wymienione polskie laboratoria wymagają do datowania kilku gramów materiału.

Z organizmu ludzkiego do datowania radiowęglowego nadają się następujące materiały: włosy, lipidy z kości i szpik kostny. Kolagen, preparowany w specyficzny sposób, pozwalający na wydzielenie różnych frakcji, młodszych i starszych [4], może również być użyteczny.

Adam Walanus

BIBLIOGRAFIA

1. Walanus A., Goslar T.: Datowanie radiowęglowe, Wyd. AGH, Kraków 2009, s. 148.
2. Hua Q., Barbetti M.: Review of Tropospheric Bomb ^{14}C Data for Carbon Cycle Modeling and Age Calibration Purposes, *Radiocarbon* 2004, Vol 46, nr 3, s. 1273–1298.
3. Zoppi U., Skopec Z., Skopec J., Jones G., Fink D., Hua Q., Jacobsen G., Tuniz C., Williams A.: Forensic applications of ^{14}C bomb-pulse dating, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 2004, 223–224, s. 770–775.
4. Wild E.M., Arlamovsky K.A., Golser R., Kutschera W., Priller A., Puchegger S., Rom W., Steier P., Vycudilik W.: ^{14}C dating with the bomb peak: An application to forensic medicine, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 2000, 172, s. 944–950.

„Problemy Kryminalistyki” na liście czasopism punktowanych

Informujemy, że kwartalnik „Problemy Kryminalistyki” został pozytywnie oceniony przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego i na podstawie § 4 ust. 4 pkt 2 rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 17 października 2007 roku w sprawie kryteriów i trybu przyznawania oraz rozliczania środków finansowych na działalność statutową (DzU Nr 205, poz. 1489) znalazł się na liście czasopism punktowanych. Oznacza to włączenie artykułów publikowanych w „Problemach Kryminalistyki” do oceny parametrycznej jednostek naukowych.

Za publikację naukową w naszym czasopiśmie przyznawane są cztery punkty.