

Leszek STARKEL

Komitet Badań Czwartorzędu  
Polskiej Akademii Nauk

ZNACZENIE CHRONOMETRII RADIOWĘGLOWEJ I INNYCH METOD  
DLA ROZWOJU STUDIÓW NAD STRATYGRAFIA I PALEOGEOGRAFIA  
OBSZARU POLSKI W PÓŹNYM VISTULIANIE I HOLOCENIE

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono ocenę dotychczasowych osiągnięć w dziedzinie chronometrii radiowęglowej i innych metod chronometrycznych oraz ich znaczenia dla badań nad stratygrafią i paleogeografią. Chronometria radiowęglowa wraz z analizą pyłkową stanowią podstawę dla badań w zakresie paleogeografii holocenu, a w szczególności mają podstawowe znaczenie dla programu IGCP 158 "Przemiany paleohydrologiczne w strefie umiarkowanej w czasie ostatnich 15 000 lat". Dla pełniejszego zrozumienia mechanizmów przemian przyrodniczych w późnym Vistulianie i holocenie konieczne jest podjęcie zarysowanych prac z dziedziny dendrochronologii oraz podjęcie starań w celu wykorzystania metod izotopów stabilnych do rekonstrukcji paleoklimatycznych.

Zorganizowana przez Instytut Fizyki Politechniki Śląskiej z inspiracji dr. Mieczysława Pazdura konferencja na temat metod chronologii bezwzględnej jest pierwszą sposobnością do nawiązania kontaktów pomiędzy fizykami dokonującymi oznaczeń w laboratoriach a tzw. odbiorcami. Są nimi geolodzy, geomorfolodzy, paleobotanicy, paleozoologowie, paleolimnolodzy, gleboznawcy i inni specjaliści zrzeszeni w Komitecie Badań Czwartorzędu PAN, a także archeologowie, historycy i przedstawiciele innych nauk. Prawidłowy postęp w metodach badawczych i postęp w chronostratygrafii i paleogeografii młodszego czwartorzędu wymaga od nas połączenia wspólnych wysiłków nad rozwiązaniem problemów naukowych. Powinniśmy starać się o przezczenie mostu między tzw. wykonawcami i odbiorcami, podział taki jest nawet szkodliwy. Fizyk określający wiek próby metodą radiowęglą czy TL powinien być współuczestnikiem rozwiązania problemu stratygraficznego np. datowania faz wydmowych czy etapów zarastania jeziora. Odwrotnie geolog czy paleobotanik powinien inspirować wprowadzenie nowych technik i wskazywać dobrze rozpoznane stanowiska, na których można tarować nowe metody i określać granice ich błędu. Dr M. Pazdur i jego koledzy dostarczają przykładów takiej owocnej współpracy nad badaniem gleb kopalnych, węglanowych osadów jeziornych czy kości. Rozpoczynająca się konferencja jest punktem dojścia do rozszerzenia tej współpracy na wszystkie zespoły i laboratoria działające w Kraju.

Późny Vistulian i holocen obejmują łącznie 25-30 tysięcy lat (wg różnych podziałów). Jest to okres maksymalnej transgresji lądolodu skandynawskiego, a następnie postępującej etapowo choć bardzo szybko regresji, okres tworzenia się na glebach interpleniglacialnych pokryw lessowych i utworów soliflukcyjnych na stokach. Późnoglacialny (13000-10000 lat BP) okres ocieplania i wkraczania lasów znacząco etapowo pogłębianie dolin, wytapianie martwych lodów i fazy wydmotwórcze. Wreszcie holocen - opanowanie kraju przez transformujące się stale zbiorowiska mieszanych lasów z rozwijającymi się pod nimi glebami, okres rozlewisk rzek meandrujących w szerokich dolinach, akumulacji organicznej i węglanowej w misach jeziornych ulegających powolnemu zarastaniu. Ostatnie 5-6 tysięcy lat na ziemiach polskich to rosnąca ingerencja człowieka, początkowo hodowcy i rolnika, potem konstruktora miast, szlaków komunikacyjnych, zmieniającego koryta i przepływ rzek, zanieczyszczającego atmosferę, wodę i glebę, niszczącego życie biologiczne.

Wszystkie te pokrótce opowiedziane zdarzenia ostatnich 30 000 lat wymagają umieszczenia w czasie po to, aby móc je zarówno ustawić w sekwencji czasowej zapisanej w osadach (stratygrafia), jak i analizować w różnicowanym obrazie przestrzennym i poznać krok po kroku mechanizmy transformacji przyrody (paleogeografia).

Umieszczenie zdarzeń w czasie umożliwiają metody tzw. „chronologii bezwzględnej”, choć słuszniej byłoby mówić o różnych chronologiach, jako że każda z nich obarczona jest określonym błędem. Daty dokładne w latach kalendarzowych dostarczane są nam przez źródła pisane o pomiarach fizycznych zjawisk (np. temperatury od XVII wieku). Równie dobrze są datowane ekstremalne zdarzenia typu powodzi, czy trzęsień ziemi. Obok źródeł pisanych podobną rolę (choć nie tak dokładną) spełniają metody archeologiczne, wymagające jednak potwierdzenia innymi metodami. W skali holocenu niegdyś u progu stulecia była metoda warwowa de Geera. Dziś stratygrafia holocenu opiera się na 2 metodach często sprzężonych: węgla radioaktywnego i dendrochronologii. Inne metody, jak: warwowa, lichenometryczna, czy inne izotopowe mają znaczenie podrzędne. W skali ostatnich 30-50 tysięcy lat obok metody radiowęgla w środowiskach bez węgla podstawowe znaczenie mają metoda termoluminescencji, a także fluorokollagenowa, ESR czy torowo-uranowa.

Na progu pierwszej krajowej konferencji na temat chronometrii czwartorzędu warto zastanowić się, co metody te wniosły, czy mogą wnieść w poznanie stratygrafii i paleogeografii ostatnich dziesiątków tysięcy lat na obszarze Polski.

Istniejące 2 laboratoria  $^{14}\text{C}$  (Gliwice i Łódź) wykonujące średnio 180 prób rocznie (z czego z górą 80% to pierwsze) zaspokajają w sposób minimalny zapotrzebowanie nauk o ziemi, przyrodniczych i archeologii. Laboratoria TL będące w większości jeszcze w fazie rozruchu (Warszawa, Lublin, Gliwice, Gdynia) koncentrują się na badaniu różnych pięter plejstocenu.

Inne metody albo są w trakcie wstępnych prób (ESR), albo też ich udoskonalanie i ilość oznaczeń uległa w ostatnich latach niemal pełnemu zahamowaniu (metoda fluorokollagenowa, paleomagnetyczna). Inne praktycznie nie są u nas w Kraju podejmowane.

Dlatego metoda radiowęglowa jak dotąd pozostaje jako główny miernik czasu geologicznego dla różnego typu osadów zawierających węgiel. Wykonane dla późnego Vistulianu i holocenu Polski z górą 1000 analiz w laboratoriach gliwickim i Łódzkim oraz co najmniej 200-300 w laboratoriach zagranicznych (Gröningen, Hannover, Lund, Louvain, Cambridge, Berlin i in.) pozwala stratygrafom i paleogeografom czwartorzędu w Polsce nawiązać partnerski kontakt z badaczami w innych krajach Europy. Sytuacja zmieniła się radykalnie od 10 lat, gdy zarówno wzrosły kontakty międzynarodowe w ramach INQUA, a laboratorium gliwickie niemal 10-krotnie powiększyło swą "przepustowość".

Należy stwierdzić, że w obecnej chwili na terytorium Polski określony został wiek wszystkich niemal typów facjalnych osadów i reprezentowanych przez nie zdarzeń w skali ostatnich 30 000 lat: interpleniglacialnych gleb kopalnych, faz lessowych, maksimum zasięgu lądolodu (po 22 tys. lat BP), późnoglacialnych faz wydymotwórczych i inicjalnych gleb, faz erozji i akumulacji rzecznej, niezidentyfikowanych dotąd różnych flor diasowych. Dzięki datowaniom można było w szeregu punktach określić tempo sedimentacji. Doniosłe znaczenie mają badania nad wiekiem różnych substancji organicznych w glebach współczesnych pozwalające określić czas ich powstawania.

Istotny wkład wniosły datowania metodą  $^{14}\text{C}$  w rekonstrukcję środowiska strefy umiarkowanej w ostatnich 15 000 lat, realizowaną w ramach zainicjowanego przez Polaków i Szwedów międzynarodowego programu IGCP Nr 158 przy UNESCO. Na kilkunastu stanowiskach jeziorno-torfowiskowych dzięki dużemu zagęszczeniu dat (jedna co najmniej na 1-2 tysiące lat) rozpoznano sukcesję zbiorowisk roślinnych, zmiany wahań poziomu wody, a przez to zmiany hydrologiczne i klimatyczne. Duże trudności metodyczne sprawia nadal datowanie osadów węglanowych. Sprawę tę mogłoby rozwiązać spręśenie metody palynologicznej i paleomagnetycznej (niestety mimo prób zainicjowanych przez J.E. Mojskiego do rozwinięcia tych prac nie doszło). Wydatowano również szereg faz wylesienia i uprawy roli począwszy od neolitu, co zmieniło wraz z licznymi wykopaliskami archeologicznymi nasz dotychczasowy pogląd na temat zalesienia kraju po późne średniowiecze.

Datowania osadów rzecznych pozwoliły rozpoznać szereg faz wzmocnionej i osłabionej działalności rzecznej, a przez analizę wypełnień starorzeczy określić wiek paleomeandrów i równin terasowych. Przy datowaniu tzw "czarnych dębów" wymaga się dużej ostrożności z wyciąganiem wniosków. By wykluczyć redepozycję, należy równocześnie wykonywać z osadu analizy pyłkowe. Duże nagromadzenia pni drzew w aluwialach rzek stwarzają idealne możliwości dla kalibrowania metody  $^{14}\text{C}$  za pomocą dendrochronologii - niestety

brak dotąd zainteresowania taką współpracą nielicznych w kraju specjalistów.

Obok chronostratygrafii rozległym jak dotąd prawie pustym polem (w zakresie górnego czwartorzędu) są rekonstrukcje paleoklimatyczne oparte na badaniach izotopów stałych tlenu, wodoru i węgla. Jesteśmy w tej dziedzinie bardzo zapóźnieni poza datowaniem nielicznych stalagmitów. Aparatura odpowiednia znajduje się w kilku instytutach (spektrometry masowe) uciążliwe jest przygotowanie prób do datowania. Rozpoczęcie badań nad zmianami temperatur w oparciu o węglanowe czy organiczne osady jezior, torfowisk, jaskiń wyjaśniłoby nie tylko wiele zagadnień paleoekologicznych, ale dało podstawy klimatostatygrafii, na której ostatecznie powinna opierać się stratygrafia czwartorzędu.

Kluczowe położenie Polski w centrum Europy dzięki zastosowaniu metod izotopowych pozwoli rzucić nowe światło na mechanizm zmian paleogeograficznych w Europie w późnym Vistulianie i holocenie. Na terenie Polski łańdół skandynawski posunął się najdalej na południe, równocześnie łuki górskie Karpat i Sudetów są najdalej wysuniętymi ku północy grupami góorskimi - ukierunkowującymi ruch mas powietrza i wędrówki gatunków. Realizacja tych zamierzeń możliwa jest przy pełnej współpracy zarówno nad udoskonalaniem aparatu metodycznego, jak i badaniem kluczowych profilów określających zręby stratygrafii górnego czwartorzędu.

Komitet Badań Czwartorzędu  
Polskiej Akademii Nauk

ЗНАЧЕНИЕ РАДИОУГЛЕРОДНОГО И ДРУГИХ МЕТОДОВ ДАТИРОВАНИЯ  
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО СТРАТИГРАФИИ И ПАЛЕОГЕОГРАФИИ ПОЛЬШИ  
В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ

Р е з ю м е

В докладе представлено оценку достижений в области применений радиоуглеродного и других методов датирования и намечено значение этих методов для стратиграфических и палеогеографических исследований. Радиоуглеродный метод вместе с пыльцевом анализом составляют основу исследований по палеогеографии голоцена, имея особенное значение для программы IGCSP 158 "Палеогидрология умеренной зоны". Для более полного понимания механизмов эволюции среды во время позднего плейстоцена и голоцена необходимо широкое введение дендрологических методов и использование метода стабильных изотопов для палеоклиматических реконструкций.

THE SIGNIFICANCE OF RADIOCARBON DATING AND OTHER METHODS  
IN THE STUDIES ON STRATIGRAPHY AND PALEO GEOGRAPHY OF POLAND  
IN THE LATE VISTULIAN AND HOLOCENE

S u m m a r y

The article presents a summary of recent achievements in the field of radiocarbon and other dating methods and their significance in the studies on stratigraphy and paleogeography. Radiocarbon dating connected with pollen analysis form the basis for the paleogeography of the Holocene and particularly for studies within the IGCP 158 Project "Paleohydrological changes in the temperate zone in the last 15.000 years". For better understanding of the mechanisms of changes of the environment during the Late Vistulian and Holocene it is necessary to introduce the methods of dendrochronology and to start with the applications of stable isotope methods to the reconstructions of paleoclimate.