ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1994

Seria: MATEMATYKA-FIZYKA z.71 GEOCHRONOMETRIA nr 10 Nr kol.1229

Tadeusz KUC

Wydział Fizyki i Techniki Jądrowej
Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

Marek KRĄPIEC

Instytut Geologii i Surowców Mineralnych
Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

POMIARY RADIOWĘGLOWE I DENDROCHRONOLOGICZNE "CZARNEGO DĘBU" ZE SMOLIC

Streszczenie. Wykonane zostały oznaczenia wieku metodą C-14 serii sześciu próbek z pnia "czarnego dębu", zawierającego sekwencję ponad 400 słoi rocznych przyrostów. Stosując metodę dopasowania krzywych autorzy podjęli próbę oceny kalendarzowego wieku pnia.

RADIOCARBON AND DENDROCHRONOLOGICAL STUDIES ON BLACK OAK FROM SMOLICE

Summary. Six radiocarbon age determinations have been performed on series of tree ring samples from "black oak" consisting of more that 400 annual tree rings. The authors attempt to evaluate the calendric age of the trunk using the wiggle matching technique.

РАДИОУГЛЕРОДНЫЕ И ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИА ЧЕРНОГО ДУБА ИЗ МЕСТНОСТИ СМОЛИЦЕ

Резюме. Авторы провели радиоуглеродные датированиа шести образцов состоящих из 30-40 годичных колец из ствола черного дуба состаящего из более чем 400 годичных колец. По результатам дендрохронологических исследований определили релятивной возраст датированных образцов и методом подгонки кривых определили абсолютный возраст ствола.

WSTĘP

W osadach aluwialnych Wisły w okolicach Krakowa często występują subfosylne pnie drzew, przeważnie dębów. Są one potocznie określane jako "czarne dęby" i zawdzięczają tę nazwę ciemnemu zabarwieniu, wywołanemu przez reakcję, jaka zachodzi między rozpuszczonymi w wodzie związkami żelaza a występującą w drewnie taniną. Pierwsze opisy kopalnych dębów wydobytych w trakcie prac regulacyjnych pochodzą z końca XIX w. (Bieniasz, 1888; Zaręczny, 1894). Obecnie subfosylne pnie najczęściej wydobywane są w żwirowniach przy okazji eksploatacji aluwialnych piasków i żwirów. Pnie te osiągają niekiedy pomnikowe rozmiary. Ich średnica dochodzi do 1,8 m, a długość do ponad 20 m. Wiek większości subfosylnych dębów nie przekraczał 200 lat, a najbardziej sędziwy spośród nich żył około 460 lat.

Dęby te były przedmiotem datowań radiowęglowych (Kuc et al, 1989; Kuc, Krąpiec, 1989) oraz badań dendrochronologicznych (Krąpiec, 1992) prowadzonych w ramach programu CPBP 03.13. Zdecydowana większość z ponad 300 opracowanych pni pochodzi z subatlantyku i wczesnego subboreału. Na pnie starsze natrafiono jedynie w Smolicach.

BADANY MATERIAŁ

W trakcie prac związanych z budową stopnia wodnego "Smolice" w 1988 r. z wykopu pod studnię, usytuowanym na lewym brzegu Wisły około 100 m od drogi Babice-Zator, wydobyto 5 pni czarnych dębów. Zalegały one w żwirze na głębokości około 3 m. Największy spośród nich (oznaczony symbolem SM28) miał 1,1 m średnicy, a pozostałe po około 50-60 cm. Drewno tych pni charakteryzowało się intensywną czarną barwą i w odróżnieniu od większości "czarnych dębów" było lżejsze i bardziej miękkie, a słoje w zachowanej miejscami warstwie bielastej były nieczytelne. Taki stan zachowania spowodowany został zapewne okresowym zaleganiem pni powyżej zwierciadła wody, umożliwiającym rozkład celulozy przez bakterie i grzyby (por. Noack, Schwab, 1983). Brak pni z podobnie zachowanym drewnem w najbliższej okolicy, to jest w żwirowni i w wykopie pod śluzę, gdzie wydobyto kilkadziesiąt "czarnych

dębów" datowanych na subatlantyk wskazywał, iż omawiane pnie mogą być znacznie starsze.

ANALIZA DENDROCHRONOLOGICZNA

Pomiary szerokości przyrostów rocznych zostały wykonane w Zakładzie Stratygrafii i Geologii Regionalnej IGiSM AGH na aparaturze własnej konstrukcji z dokładnością 0,01 mm. Każda próba mierzona była wzdłuż 4 promieni rdzeniowych, natomiast przy korelacji krzywych wykorzystano program CROS autorstwa Dra A. Krawczyka. Opierając się na zachowanych przyrostach wyznaczono wiek dębów. Największy z nich (SM28) żył około 460 lat (422 słoje), a pozostałe od 190 do 240 lat (180-228 przyrostów). Średnie przyrosty roczne dębów ze Smolic osiągają zbliżone wartości i wynoszą około 1,8 mm.

Analiza dendrochronologiczna pozwoliła na stwierdzenie, że 3 mniejsze dęby rosły w tym samym czasie (2 fragmenty pnia pochodziły z tego samego drzewa). Ich powalenie nastąpiło w stosunkowo krótkim okresie około 30-40 lat. Krzywe dendrochronologiczne tych pni charakteryzują się bardzo wysokim podobieństwem (wartość parametru "t" około 10), świadczącym o szerokim wpływie warunków klimatycznych na przyrosty roczne. Na ich podstawie wyznaczono chronologię SMAST liczącą 228 lat i wydatowaną radiowęglowo na 7610±90 i 7790±100 lat BP co odpowiada przedziałowi 6678 - 6450 BC. Porównanie chronologii SMAST z krzywą dendrochronologiczną pnia SM28 wykluczyło możliwość jednoczesnego wzrostu największego dębu z pozostałymi. Próby bezwzględnego datowania dendrochronologicznego tych ciągów, oparte na dotychczas opracowanych skalach (Krąpiec, w druku), nie dały rezultatu.

DATOWANIE CHRONOLOGII METODĄ DOPASOWANIA KRZYWYCH

Krótkookresowe zmiany koncentracji izotopu C-14 mogą być wykorzystane przy precyzyjnym datowaniu radiowęglowym zespołu prób, których różnice wieku są dokładnie znane. Posiadając względnie datowane w latach kalendarzowych próby, których wiek oznaczono radiowęglowo, można wyznaczyć "pływający" odcinek krzywej, będący odpowiednikiem fragmentu krzywej kalibracyjnej.

Ponieważ znane są różnice w latach kalendarzowych między datowanymi próbami ze skali pływającej ($\Delta t_1, \Delta t_2, \ldots, \Delta t_{k-1}$), poprzez przyjęcie wartości T_{cal} jako wieku pierwszej próby, definiujemy jednocześnie wiek pozostałych prób: $T_{cal} + \Delta t_1$, $T_{cal} + \Delta t_2$, ..., $T_{cal} + \Delta t_{k-1}$. Określenie wieku kalibrowanego następuje w wyniku porównania wartości datowań radiowęglowych (T_1 do T_k) z wartościami odczytanymi z krzywej kalibracyjnej. Identyfikacji odpowiadających sobie odcinków krzywej dokonuje się szukając minimum funkcji s^2 (Goslar, 1990), wyrażonej wzorem:

$$s^2(T_{cal}) = \Sigma_{i=1}^{k} \frac{[T_{conv}(n_i) - T_{krz}(T_{Ocal} + n_i)]^2}{(\Delta T_{convi})^2 + (\Delta T_{krzi})^2}$$

gdzie: $T_{conv}(n_i)$ - wynik oznaczenia radiowęglowego (data); T_{krz} - wiek odczytany z krzywej kalibracyjnej; n_i - numer słoja w datowanej skali, licząc od przyrostów najmłodszych; T_{Ocal} - wiek kalibrowany najmłodszego słoja datowanego radiowęglowo; K - ilość prób.

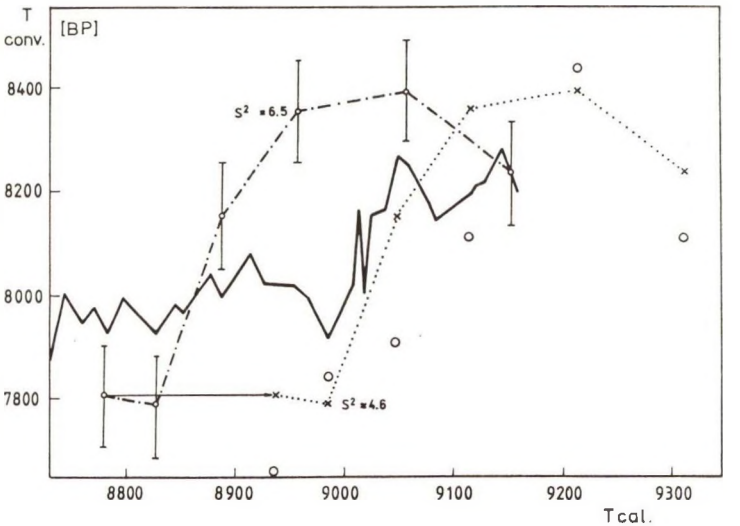
W przypadku dobrego dopasowania krzywych minimum funkcji s^2 osiąga wartości zbliżone do liczby datowań radiowęglowych, na podstawie których wyznaczono krzywą względną.

Opisana metoda dopasowania krzywych (ang. "curve fitting") była stosowana do datowania względnych skal dendrochronologicznych opracowanych przez Beckera (Kruse et al, 1980; Llnick et al, 1985). Pozwala ona na określenie wieku kalibrowanego badanych chronologii z dużą dokładnością, przy precyzyjnych oznaczeniach radiowęglowych nawet do kilkunastu lat. Określanie wieku kalibrowanego metodą dopasowania krzywych ma sens w przypadku tych chronologii, które zawierają więcej niż dwie próby datowane radiowęglowo.

POMIARY RADIOWĘGLOWE DĘBU ZE SMOLIC

Z największego pnia SM28 pobrano 6 prób w interwałach 50-60 letnich, zawierających po 20-30 słojów do oznaczeń radiowęglowych. Uzyskane wyniki datowań: 8230, 8390, 8350, 8150, 7780, 7800 BP, każdy z błędem ±100 lat, wskazują, że pień SM28 jest niewątpliwie starszy od pni z chronologii SMAST.

Próba matematycznego dopasowania zgodnie z programem komputerowym napisanym przez T. Goslara (1990), do krzywej Kromera i innych (1986), była możliwa tylko do 9150 lat cal BP, gdyż dalej ta krzywa nie sięga. Najlepsze dopadopasowanie przy wartości s^2 = 6.5 pokazano na rysunku 1.



Rys. 1. Możliwości dopasowania krzywej wykonanej na podstawie 6 datowań radiowęglowych prób z pnia SM28 do krzywej kalibracyjnej zestawionej przez Kromera et al (1986): ∘ - dopasowanie komputerowe ograniczone do 9150 cal BP, x - najlepsze dopasowanie graficzne, o - powtórzone datowania C-14 (orientacyjne, "postarzone" o 150 lat)

Fig. 1. Possibilities of fitting of the curve based on 6 radiocarbon datings of tree-ring samples from trunk SM28 to the calibration curve of Kromer et al (1986): ∘ - computer-made fitting limited to 9150 cal BP, x - best graphical fitting, o - repeated radiocarbon datings (provisional, "aged" by 150 yrs)

Graficzne dopasowanie na podstawie wyników radiowęglowych wskazuje, że powinno się przesunąć skalę o około 150 lat w kierunku starszego wieku, aby uzyskać lepsze dopasowanie wizualne. Jako miarę tego dopasowania można przyjąć s^2 tak samo liczone, jak w przypadku programu komputerowego (patrz wzór). Dodatkowo wykonane pomiary tych samych sześciu próbek z pnia SM28 ze względu na możliwy systematyczny błąd odmłodzenia o ok. 150 lat należy potraktować jako orientacyjne (rys. 1), tym niemniej potwierdzają one charakterystyczne maksimum przy starszej części pnia i płaski odcinek dla młodszej.

Przedstawione wyniki sugerują, że pień SM28 stanowi wydłużenie skali Kromera i jest cennym materiałem dla poszukiwania rozszerzenia chronologii na okres wczesnoholoceński na podstawie materiału z tej części Europy.

LITERATURA

Bieniasz F., 1888, Drewno wydobyte na Pogórzu z głębi 7 m; Rozp. i Sprawozd. z Pos. Wydz. Mat. - Przyrod. AU, Kraków, t. 17, s. 70-72.

Goslar T., 1990, Pomiary naturalnych aktywności C^{14} o podwyższonej aktywności CO_2 na przełomie X i XI tysiąclecia BP; Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Matematyka-Fizyka, z. 65, Geochronometria nr 7, s. 1-109.

Krąpiec M., (w druku), Skale dendrochronologiczne późnego holocenu południowej i centralnej Polski; Kwartalnik AGH, Geologia.

Krąpiec M., 1992, Dendrochronologia czarnych dębów z doliny Wisły w okolicach Krakowa; Studia Geom. Carpath. - Balc., t. 25/26.

Kromer B., Rhein M., Bruns M., Schoch-Fischer H., Münnich K. O., Stuiver M., Becker B., 1986, Radiocarbon calibration data for the 6th to the 8th millenia BC; Radiocarbon, t. 28, s. 954-960.

Kruse H. H., Linick T. W., Suess H. E., Becker B., 1980, Computer - matched radiocarbon dates of floating tree-ring series; Radiocarbon, t. 22, s. 260-266.

Kuc T., Krąpiec M., 1989, Datowania radiowęglowe "czarnych dębów" z wybranych stanowisk z doliny Wisły;Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Matematyka-Fizyka, z. 61, Geochronometria nr 6, s. 61-67.

Kuc T., Lewandowska B., Krąpiec M., 1989, Krakow radiocarbon measurements I; Radiocarbon, t. 31, s. 33-35.

Linick T. W., Suess H. E., Becker B., 1985, La Jolla measurements of radiocarbon in South German oak tree-ring chronologies; Radiocarbon, t. 27, s. 20-32.

Noack D., Schwab E., 1983, Technological properties of archaeological woods; Mitt. Bundesforschungsanst. Forst -und Holzwirtschaft, t. 141, s. 103-121.

Zaręczny S., 1894, Atlas geograficzny Galicyi, Tekst do zeszytu III, Kraków.

Wpłynęło do Redakcji: 15 kwietnia 1992

Recenzent: Prof. dr hab. S. W. Alexandrowicz

Abstract

In 1988, during systematical engineering work in Smolice, at the Vistula river valley, several oak trunks of large dimensions have been found in series of gravels at depth ca 3 m below present surface. The largest oak, of

diameter ca 1.1 m, with more that 400 annual tree rings, was used for detailed radiocarbon and dendrochronological studies to evaluate its age in terms of calendric time scale. Six radiocarbon age determinations have been performed on series of samples consisting of 20-30 annual tree rings. The results of radiocarbon age determinations are: 8230, 8390, 8350, 8150, 7780, 7800 BP, with laboratory standard errors of ±100 years. The authors attempt to evaluate the calendric age of the trunk using the wiggle matching technique.