

Ziółkowski, Mariusz S.

Baza danych radiowęglowych ANDY : doświadczenia, problemy i perspektywy

Światowit 39, 247-270

1994

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez **Muzeum Historii Polski** w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach
dozwolonego użytku.

BAZA DANYCH RADIOWĘGLOWYCH ANDY: DOŚWIADCZENIA, PROBLEMY I PERSPEKTYWY¹

Jest rzeczą oczywistą, że podstawą wszelkich badań archeologicznych jest ustalenie chronologii (względnej i bezwzględnej) analizowanych zjawisk. W archeologii obszaru środkowoandyjskiego podstawową metodą datowania bezwzględnego jest metoda ^{14}C , warto przy tym podkreślić, że już pierwsze listy opublikowane na przełomie lat 40. i 50., zawierały datowania znalezisk archeologicznych z terenu Peru. Mniejsze, choć zauważalne, znaczenie dla chronologii tego obszaru kulturowego mają takie metody, jak termoluminescencyjna, obsydianowa i paleomagnetyczna. Natomiast nie jest w zasadzie stosowana metoda dendrochronologiczna ze względu na nie występowanie w tej strefie ekologiczno-klimatycznej drzew wykazujących dające się wyodrębnić sezonowe przyrosty pierścieni, zaś analiza osadów warwowych miała dotychczas bardzo ograniczone zastosowanie. Stosowano też, aczkolwiek głównie do badań paleoklimatycznych, analizę rocznych nawarstwień na lodowcach andyjskich.

W każdym razie, mimo tak wczesnego zastosowania metody radiowęglowej w archeologii andyjskiej, chronologia bezwzględna tego obszaru kulturowego jest nadal przedmiotem wielu kontrowersji, których odzwierciedleniem może być fakt, iż w dziele tak podstawowym jak *Chronologies in New World Archaeology* (Taylor, Meigham, 1978) zabrakło rozdziału poświęconego obszarowi środkowoandyjskiemu. Przyczyną tej sytuacji był m.in. brak w miarę komplet-

1 Niniejszy artykuł jest rozwiniętą wersją angielskiego tekstu Mariusza S. Ziółkowskiego: *Some problems of the radiocarbon dating of the Central Andean Cultures*. [W:] M.S. Ziółkowski et al. 1994, s. 7-23

nego katalogu datowań ^{14}C wykonanych dla wspomnianego obszaru, datowania te były rozproszone w rozlicznych publikacjach wydawanych w różnych krajach, a część dat była po prostu nieopublikowana i znana tylko nielicznym badaczom, którzy mieli dostęp do archiwów laboratoryjnych. Trzeba tu jednak przypomnieć, że i ta ostatnia możliwość miała tylko ograniczone znaczenie, albowiem datowania próbek wykonano w około 80 różnych laboratoriach na świecie, co w sposób oczywisty mocno komplikowało każdą próbę w miarę wyczerpującej kwerendy źródłowej. Trzeba jednak podkreślić, że pomysł sporządzenia katalogu datowań ^{14}C dla obszaru andyjskiego nie jest wcale nowy, już w 1951 Junius Bird opublikował pierwszą listę dat, obejmującą około 20 pozycji.

Począwszy od lat 60., podjęto kilka prób sporządzenia takiego katalogu albo dla całego regionu, albo przynajmniej dla jego konkretnego fragmentu i/lub występującej na tym terenie specyficznej kultury (patrz np. Engel 1966; Bischof 1972; Ponce Sanginés 1972; Burger 1981; Watson 1986). Wymienić tu należy zwłaszcza katalogi sporządzone przez R. Ravinesa (Ravines i Alvarez Sauri 1967; Ravines 1982), z których najobszerniejszy (Ravines, 1982) zawierał 752 daty ^{14}C . Stanowi to, wg naszych szacunków, około 25 procent aktualnie istniejących (tj. w końcu 1994 r.) datowań dla tego regionu. Oczywiście problem ze sporządzeniem kompletnego katalogu nie ogranicza się do prostego spisania datowań opublikowanych np. w *Radiocarbon* choćby dlatego, że w czasopiśmie tym publikowanych jest aktualnie zaledwie kilka procent wszystkich wykonywanych na świecie analiz. Jeszcze w początkach lat 60. uważano za możliwe publikowanie w *Radiocarbon* (a wcześniej w *Science*) kompletnych list wszystkich nowo wykonanych dat. Jednakże przynajmniej od połowy lat 80. stwierdzono, że przy rocznym przyroście rzędu kilkudziesięciu tysięcy datowań ^{14}C (rzecz jasna nie tylko dla potrzeb archeologii) ich systematyczna publikacja metodą tradycyjną, tj. w jednym czasopiśmie, jest po prostu technicznie niewykonalna. W latach 80. powstała więc idea stworzenia centralnej, ogólnościatowej komputerowej bazy datowań radiowęglowych, tzw. *IRDB* (International Radiocarbon Database). Projekt ten został jednak – przynajmniej czasowo – zawieszony głównie z braku funduszy. W tej sytuacji pewnym kompromisowym wyjściem jest tworzenie lokalnych baz danych radiowęglowych, dla konkretnego kraju i/lub całego obszaru kulturowego, z zapewnieniem perspektywicznej możliwości połączenia takich baz w jedną

sieć lub system. Pojawia się tu jednak szereg problemów, z którymi, na interesującym nas obszarze andyjskim, borykali się już nasi poprzednicy. Najbardziej oczywistym z nich jest kwestia użyteczności tego rodzaju bazy danych dla badaczy.

Wymienić można trzy podstawowe zagadnienia, wymagające bardzo konkretnych ustaleń:

1. Jakiego rodzaju informacje powinna zawierać „karta katalogowa” datowania ^{14}C ?

2. Jak wyznaczyć dokładne terytorialne i/lub kulturowe oraz czasowe ramy dla danej regionalnej bazy?

3. Jak ocenić wiarygodność poszczególnych datowań, w zależności od materiału próbki, zastosowanej techniki datowania, wiarygodności danego laboratorium itp.?

Wspomniane uprzednio wcześniejsze katalogi zawierały zazwyczaj niewiele informacji, co czyniło np. bardzo trudnym odpowiedź na pytanie 3.

W chwili obecnej niewątpliwie najbardziej istotnym problemem jest porównywalność datowań ^{14}C ze względu na kalibrację dendrochronologiczną. W archeologii obszaru andyjskiego (i nie tylko) powszechną praktyką było podawanie datowań w tzw. konwencjonalnym wieku radiowęglowym, bez uwzględnienia kalibracji. Wynikało to m.in. z faktu, że znakomita większość dostępnych datowań została wykonana przed połową lat 80. tj. w okresie, w którym prace nad ustaleniem dokładnych krzywych kalibracyjnych znajdowały się dopiero w fazie wstępnej. Co więcej, przynajmniej od połowy lat 70. opublikowano kilka, dość różniących się od siebie, wstępnych krzywych kalibracyjnych, które były stosowane przez niektórych badaczy. W krańcowych przypadkach (nierzadkich, jak mieliśmy to okazję stwierdzić) badacz, napotykający w literaturze przedmiotu dwa bardzo podobne datowania ^{14}C nie może być wcale pewien (jeśli brak do nich szczegółowszego opisu), czy rzeczywiście odnoszą się one do tego samego okresu.

W opublikowanym przez nas opracowaniu *Andes. Radiocarbon Database for Bolivia, Ecuador and Peru* (Ziółkowski et al., 1994) usiłowaliśmy rozwiązać przynajmniej niektóre z zasygnalizowanych problemów, stawiając sobie następujące dwa podstawowe cele:

1. Zgromadzenie możliwie pełnej (patrz artykuł A. Micheczyńskiego w tym tomie) informacji o datowaniach radiowęglowych wykonanych dla obszaru środkowoandyjskiego.

2. Sprowadzenie zgromadzonych datowań do porównywalnej postaci za pomocą kalibracji wg jednolitej metody.

Zanim jednak przejdę do skrótowego omówienia zawartości bazy ANDY, wypada wspomnieć w paru słowach o sposobie gromadzenia danych i wynikających stąd problemach. Jak już nadmieniałem, wykorzystaliśmy oczywiście poprzednie katalogi (w rodzaju Ravines 1982, Watson 1986 itp.), jak również listy datowań publikowane w *Radiocarbon*, *Science* i *Archaeometry*, ale nie w sposób bezkrytyczny, o czym dalej. Jednocześnie zwróciliśmy się z ankietą do około 80 laboratoriów radiowęglowych z prośbą o informacje o posiadanych przez nie datowaniach z terenu Boliwii, Ekwadoru i Peru. Otrzymaaliśmy pozytywne odpowiedzi od 45 z nich, przy czym w znacznej części przypadków chodziło o datowania znane nam już z *Radiocarbon*. Jednak w innych przypadkach, np. laboratorium U.S. Geological Survey (kod W), większość przekazanych nam datowań nie była dotychczas publikowana. Szczególnie istotnej pomocy udzieliło nam Centre des Faibles Radioactivités, Laboratoire Mixte CNRS-CEA w Gif-sur-Yvette (Francja), którego kierownictwo (dr Michel Fontugne) udostępniło nam do wglądu archiwum laboratoryjne.

Dość prędko zorientowaliśmy się, że dla skompletowania wiarygodnych danych na temat datowań należałoby skonfrontować dwa źródła informacji: relacje archeologów na temat kontekstu, z którego pobrano próbki oraz szczegółowe dane z laboratorium na temat metody datowania i wyniku. Dlatego też, po zakończeniu kompletowania katalogu raz jeszcze zwróciliśmy się do laboratoriów, które wykonały pozyskane przez nas daty z prośbą o weryfikację naszych danych. Było to szczególnie istotne w przypadku dat, które nie były wcześniej publikowane w listach *Radiocarbon*, ani też nie pochodziły z bezpośredniej kwerendy w archiwach laboratoryjnych. Daty potwierdzone w ten sposób przez laboratoria mają (podobnie jak te uzyskane bezpośrednio z archiwów) jako jedną z referencji symbol laboratorium opatrzone znakiem &, np. W&. Weryfikacja ta pozwoliła nam na wprowadzenie ponad stu poprawek, a pewne szczególne przypadki niezgodności danych cytowanych w literaturze archeologicznej z dokumentacją podawaną przez laboratoria podaję, tytułem przykładu, dalej.

250 Jako się rzekło na wstępie, nie było naszym celem jedynie zwykłe spisanie występujących w literaturze przedmiotu danych radiowęglo-

wych, ale stworzenie możliwości porównania dat wykonanych w różnych laboratoriach i w różnym czasie. I tu zetknęliśmy się z pierwszym problemem, który określić możemy jako:

1. Poprawki, korekty i kalibracje albo: co właściwie podawano jako daty ^{14}C ? Aktualnie stosowanym procedurom datowania metodą radiowęglową jest poświęcona obfita literatura przedmiotu toteż skupię się tu tylko na kilku problemach wynikających z historycznych zmian w niej, a mających bezpośrednio konsekwencje widoczne w zebranych przez nas danych:

A. Okres połowicznego rozpadu izotopu ^{14}C

Na przełomie lat 40. i 50. wykonano szereg pomiarów okresu połowicznego rozpadu izotopu ^{14}C , na podstawie których H. Libby wyznaczył wartość średnią jako 5568 ± 30 lat. Dopiero dokładniejsze pomiary przeprowadzone w latach 1960–1962 doprowadziły do wyznaczenia prawidłowej średniej, wynoszącej 5730 ± 40 lat.

Jednakże, dla utrzymania jednorodności publikowanych wyników datowań, na V International Conference on Radiocarbon Dating w 1962 r. przyjęto konwencję, że do obliczeń używana będzie nadal średnia Libby'ego (tj. 5568 lat), co oznacza że wszystkie daty obliczone wg tej wartości mają konwencjonalny wiek radiowęglowy zaniżony o około 3 procent. Uznano jednak, że jest to wielkość pomijalna przy ówczesnej dokładności pomiaru, a szczególnie błędu standardowego; zresztą bardzo łatwo można błąd ten wyeliminować, mnożąc radiowęglowy wiek obliczony wg średniej Libby'ego (wyrażony jako lata BP, tj. przed AD 1950) przez współczynnik 1,03 (bez zmiany wartości odchylenia standardowego). Trzeba podkreślić, że wszystkie współczesne komputerowe programy kalibracyjne (w tym i ten opracowany w Gliwicach i użyty do kalibracji dat naszej bazy) automatycznie dokonują wspomnianego przeliczenia. Tym niemniej, w literaturze przedmiotu można spotkać datowania podane w dwóch wersjach, tj. wg średniej Libby'ego oraz średniej „5730 lat”, albo wręcz tylko wg tej drugiej wartości. Należy mieć ten fakt na względzie, np. dokonując samodzielnie kalibracji daty wg komputerowego programu Stuivera i Reimera, aby przypadkiem nie mnożyć daty obliczonej wg średniej = 5730 lat powtórnie przez współczynnik 1,03.

B. Kwestia dokładności pomiaru radioaktywności

Jak wspomniałem na wstępie, datowanie próbek z obszaru andyjskiego jest prawie tak stare, jak sama metoda ^{14}C i sięga przełomu

lat 40. i 50., kiedy to wykonano pierwsze datowania dla stanowisk tak istotnych, jak Huaca Prieta, Paracas Necropolis, Huaca Negra, Cahuachi i inne. Pomijając omówioną już kwestię problemów z ustaleniem rzeczywistej wartości czasu połowicznego rozpadu izotopu ^{14}C , trzeba podkreślić, że te pierwsze datowania wykonywano mało precyzyjną metodą „solid carbon”, obecnie całkowicie już zarzuconą. Kolejne datowania w latach 50. wykonywano głównie metodą CO_2 (liczników scyntylicyjnych), znajdującą się jednak wówczas dopiero w fazie eksperymentalnej.

Metody te (w których szczegóły techniczne nie będę się w tym miejscu wdawać) były obarczone dużym błędem pomiarowym, sięgającym około 200 lub więcej lat. Ponadto wobec zawodności ówczesnych procedur, kolejne pomiary tej samej próbki dawały nieraz bardzo różne wyniki. Z problemem tym radzono sobie podobnie jak obecnie, tj. podając wartość średnią z kilku pomiarów, tym niemniej w literaturze przedmiotu często spotykamy sytuację, że jest cytowana nie średnia a wynik któregoś z pojedynczych pomiarów. Jest tak np. z próbką C-271 z Paracas Necropolis, która w naszym katalogu ma postać 2257 ± 200 , jako średnia podana przez Arnolda i Libby'ego z dwóch pomiarów: 2190 ± 350 i 2336 ± 300 (wg Arnold and Libby, 1951: 119); ale np. w katalogu Ravinesa jako C-271 podany jest tylko pierwszy wynik, tj. 2190 ± 350 BP (Ravines 1982:170). Jeszcze bardziej widoczne różnice interpretacyjne występują w przypadku datowania zespołu drewnianych miotaczy oszczepów pochodzących z grobu w Cahuachi (Nasca): data C-521 na liście laboratoryjnej podana jako 2211 ± 200 BP jest średnią z dwóch bardzo odmiennych pomiarów: 1681 ± 250 BP i 2477 ± 200 BP. Jednakże np. H. Silverman w swej analizie po prostu nie bierze pod uwagę drugiego pomiaru, uznając go za błędny i akceptuje pierwszy, tj. 1681 BP, jako zgodny – jej zdaniem – z sekwencją ceramiki Nasca 3 znalezionej we wspomnianym grobie wraz z miotaczami oszczepów (Silverman, 1993: 39). Do kwestii różnych pomiarów dochodzi tzw.

C. Poprawka na „efekt przemysłowy” oraz kwestia standardu radioaktywności

Obliczenia wieku radiowęglowego dokonywano początkowo w oparciu o standard za jaki uważano zawartość izotopu ^{14}C we współczesnej atmosferze, przy założeniu, że udział procentowy tego izotopu w przeszłości był podobny do obecnego. Jednakże okazało się

dość szybko, że zawartość ^{14}C uległa obniżeniu od około połowy XIX w. ze względu na uwalnianie do atmosfery znacznych ilości CO_2 wolnego od izotopu ^{14}C , bo będącego produktem przemysłowego spalania paliw kopalnych, takich jak węgiel i ropa naftowa (jako pochodzące z odległych o dziesiątki lub setki milionów lat epok geologicznych, rzecz jasna izotopu ^{14}C już nie zawierają). Obliczono, że zaniżenie to sięgnęło w 1950 r. około 2,5 procent (Suess, 1955: pass., Pazdur i Pazdur 1982: 26), przez co wiek datowanych próbek był także odpowiednio zaniżony. Z tego też powodu na listach laboratoryjnych z lat 50. (a następnie w literaturze archeologicznej) pojawiły się daty z tzw. „poprawką na efekt przemysłowy” (inaczej zwany „efektem Suessa”), rzędu od +80 do +250 i więcej lat. I tak np. datowanie L-122a z Huaca Negra, 3150 ± 90 BP jako średnia z dwóch pomiarów (3200 ± 100 BP i 3050 ± 90 BP), z poprawką na „efekt przemysłowy” daje wartość 3400 ± 90 BP (Kulp et al. 1951: 410). Wystąpiła tu sytuacja podobna do kwestii różnych pomiarów, to znaczy daty o tym samym kodzie laboratoryjnym mogły wejść do literatury przedmiotu pod różnymi postaciami: z poprawką na „efekt przemysłowy” lub bez. Dobrym tego przykładem jest, jak się wydaje, sprawa serii dat z próbek pobranych przez W.D. Stronga na różnych stanowiskach w dolinie Nasca w początku lat 50. Otóż na oryginalnej liście laboratoryjnej Lamont 3 z 1956 r., daty te są podane w cytowanej postaci (patrz: Broecker, Kulp, Tucek 1956: 56), natomiast na liście VI laboratorium University of Pennsylvania z 1963 r. wszystkie daty o podanych kodach są cytowane jako o 200 lat starsze, a więc odpowiednio 1910, 1100, 1170, 1400 i 1630 lat BP, z niezmienionymi odchyleniami standardowymi. Jak się wydaje, mógł być to właśnie efekt wprowadzenia „poprawki Suessa”, aczkolwiek niestety nie udało nam się uzyskać ostatecznego potwierdzenia tego przypuszczenia wobec niezachowania się archiwaliów z tego okresu w laboratorium Lamont.

Oczywiście problemy z poprawką na „efekt przemysłowy” ustały z chwilą ustanowienia jako standardu radioaktywności NBS Oxalic Acid, tym niemniej trwałym skutkiem tej sytuacji pozostaje fakt, że datowania wykonane w latach 50. są dość trudno porównywalne z tymi wykonywanymi w późniejszym okresie, zarówno ze względu na samą dokładność pomiaru, jak i kwestię stosowanego standardu radioaktywności. Tak więc chociaż poddaliśmy kalibracji również wyniki tych pierwszych datowań, aby uzyskać jakąś wspólną płasz-

czyzną do porównań wszystkich danych z naszej bazy, to jednak należy pamiętać, że wspomniane datowania z lat 50. powinny być raczej traktowane jako orientacyjne i w żadnym wypadku nie powinny stanowić głównej podstawy do rozważań o chronologii bezwzględnej.

Kolejnym źródłem modyfikacji i, co za tym idzie, trudności w porównywaniu datowań wykonanych w różnych okresach jest

D. Frakcjonacja izotopowa zwana potocznie „poprawką na $\delta^{13}\text{C}$ ”

Kwestia ta została omówiona w niniejszym tomie w artykule A. i M. Pazdurów, przypomnę więc tylko, że chodzi tu o efekt naturalnych różnic w zawartości izotopu ^{14}C w różnych żywych organizmach, którą to różnicę mierzy się niejako „pośrednio” poprzez ustalenie relacji pomiędzy izotopami ^{12}C i ^{13}C w badanej próbce. Poprawka na frakcjonację izotopową, nazywana niekiedy niezbyt precyzyjnie, w starszej literaturze przedmiotu, kalibracją (co oczywiście może być przedmiotem pomyłki z kalibracją dendrochronologiczną), jest szczególnie istotna dla datowań wykonanych na próbkach z muszli morskich czy z niektórych ziaren, np. kukurydzy. I tak, dla muszli (zależnie od gatunku małża), poprawka ta może wynosić do około 400 lat, a dla kukurydzy około 245 lat itp. Mówiąc bardziej obrazowo: jeśli mamy datę powiedzmy 3100 ± 50 BP, to w zależności od tego, czy wykonana została ona na próbce z muszli, z kukurydzy czy humusu, po wprowadzeniu poprawki na frakcjonację izotopową, konwencjonalny wiek radiowęglowy może przybrać wartość odpowiednio 2700 ± 50 BP, 2865 ± 50 BP lub 3130 ± 50 BP. Sytuacja ta utrudnia posługiwanie się starszymi datowaniami, przy których nie podano materiału próbki czy też np. datowaniami z muszli, dość powszechnie wykonywanymi dla stanowisk z wybrzeża Peru już w latach 50.

Kolejnym źródłem pomyłek, zależnym głównie od tzw. „czynnika ludzkiego” jest

E. BP, BC, AD albo zdradliwa kwestia roku „0”

Od początku istnienia metody radiowęglowej przyjęto zasadę podawania wieku próbki licząc wstecz od roku wykonania datowania. Stwarzało to pewną niedogodność, ponieważ datowania wykonane w kolejnych latach miały rzecz jasna różne lata „0” i tak dla daty wykonanej w 1951 r. był to ten właśnie rok 1951, dla daty wykonanej w 1956 – rok 1956 itd.

Znaczenie tej różnicy rzędu kilku lat przy ówczesnej dokładności pomiarów (*vide supra*) nie miało rzecz jasna praktycznego znaczenia, zwłaszcza, że w 1962 roku przyjęto konwencję, iż rokiem „0” jest rok 1950. Dla fizyków sprawa była więc załatwiona, problemy pojawiły się natomiast przy cytowaniu tych dat w publikacjach archeologicznych. Jak wiadomo, w archeologii przyjęło się podawanie dat jako BC (p.n.e.) lub AD (n.e.). Teoretycznie sprawa jest więc niezwykle prosta, albowiem wystarczy od daty podanej przez laboratorium odjąć 1950 lat aby uzyskać przeliczenie w konwencji AD/BC. Ale, jak się okazuje, prostota operacji może być zwodnicza, bowiem dodatkowych komplikacji dostarczyło tłumaczenie odpowiednich skrótów angielskich na hiszpański, gdzie teoretycznie BC odpowiadać powinno a.C (antes de Cristo), AD – d.C (después de Cristo), do czego dochodzi dość enigmatyczny (chyba nie tylko dla nas) skrót A.C., który w niektórych publikacjach zdawał się być odpowiednikiem BP, w innych zaś AD. Niestety, tego rodzaju pomyłki są szczególnie widoczne w katalogu Ravinesa i Alavereza Sauri z 1967 i mają następnie swe konsekwencje w katalogu Ravinesa z 1982 r. I tak na przykład datowanie L-268e, którego prawidłowa wartość, wg listy laboratoryjnej, wynosi 900 ± 70 BP (patrz Broecker, Kulp 1956:163) jest najpierw błędnie podane jako 900 ± 70 AD (czyli 1050 BP – Ravines i Alvarez Sauri 1967: 22), a następnie, prawdopodobnie na skutek pomylenia symbolu i potraktowania wspomnianej daty jako 900 BC (po hiszpańsku: a.C. – *vide supra*), pojawia się w kolejnym katalogu przeliczone jako 2850 BP, czyli różne od poprawnej wartości o 1950 lat (Ravines, 1982:174).

Z kolei wielokroć cytowane datowanie W-310 z próbki pobranej w sąsiedztwie gigantycznych rysunków na pustyni Nasca ma rzeczywistą, potwierdzoną przez laboratorium postać „< 200 BP” (dosłownie: młodsze niż 200 lat BP), a nie 1757 ± 200 BP (czyli AD 193 \pm 200), jakby to wynikało z katalogu Ravinesa (Ravines, 1982: 174). Prawdopodobne przyczyny tej ostatniej pomyłki są zreferowane w naszym Katalogu. Zdarzają się omyłki w interpretacji całych serii dat i tak w katalogu Ravinesa z 1982 wszystkie datowania z jaskini Guitarrero są umieszczone w niewłaściwej kolumnie, tj. w tej z datami BC/AD a nie, jak powinny, w kolumnie dat BP (Ravines, 1982:180) przez co wszystkie są rzecz jasna postarzone o 1950 lat. W tym przypadku podejrzewamy raczej błąd techniczny w drukarni niż pomyłkę Autora katalogu.

Dodatkowych problemów interpretacyjnych dostarczało stosowanie przez pewien czas dwóch form zapisu: małymi i dużymi literami.

I tak w konwencji tej symbol „bc” oznaczał wiek konwencjonalny (nie skalibrowany), a „BC” datę skalibrowaną (patrz Clark, 1975, pass.).

Warto oczywiście pamiętać, że przeliczanie dat z konwencjonalnego wieku BP na skalę BC/AD było uzasadnione w okresie, gdy uważano, że wiek konwencjonalny odpowiada w przybliżeniu wiekowi kalendarzowemu próbki, wyrażonemu w latach solarnych. Przynajmniej od początku lat 60. wiadomo, że tak nie jest, bowiem nieprecyzyjne okazało się podstawowe założenie Libby'ego o stałej i niezmiennej w czasie zawartości procentowej izotopu ^{14}C w atmosferze. W tej sytuacji data próbki wyrażona w formie lat konwencjonalnych BP jest raczej pewną formą zapisu jej radioaktywności i stanowi tylko podstawę do obliczenia prawdopodobnego wieku kalendarzowego. A to właśnie prowadzi nas do następnej grupy problemów jakie stwarza

F. Kalibracja dendrochronologiczna

Pierwszym poważnym zakwestionowaniem podstawowego założenia o niezmienności procentowej zawartości izotopu ^{14}C w atmosferze była zreferowana kwestia tzw. „efektu przemysłowego” lub „efektu Suessa”. Wraz ze wzrostem dokładności pomiarowej metody ^{14}C okazało się jednak, że nawet uwzględniając wszystkie znane poprawki oraz biorąc jako podstawę prawidłową wartość okresu połowicznego rozpadu (5730 lat), datowania ^{14}C obiektów o dokładnie znanym wieku (zwłaszcza z okresu Wczesnodynastycznego Starożytnego Egiptu – III tysiąclecie p.n.e.) wypadają o kilkaset lat „zbyt młodo”.

Szczegółowe badania dendrochronologiczne (warto tu wspomnieć pionierskie dokonania Fergusona – patrz Ferguson, 1970) doprowadziły do ustalenia tzw. „krzywej kalibracyjnej” podającej zmiany zawartości C_{14} w atmosferze w ciągu ostatnich kilkunastu tysięcy lat. Na tej podstawie jest możliwe obecnie przeliczanie konwencjonalnego wieku radiowęglowego próbki na najbardziej prawdopodobny wiek solarny. Sprawa ta jest szczegółowo omówiona w artykułach Pazdурów i Michczyńskiego, w tym miejscu wypada więc tylko przypomnieć, że nim w 1986 r. została przyjęta jako standard międzynarodowy krzywa kalibracyjna Stuivera i Pearsonsa, od początku lat 70. opublikowanych zostało kilka systemów kalibracyjnych, opartych na wstępnych, niezbyt jeszcze dokładnych krzywych. Niektóre z nich znalazły zastosowanie w archeologii andyjskiej, zwłaszcza systemy Klein et al., 1974, Damon et al., 1979, oraz Suess et al., 1982.

logical comment lub laboratory comment, co umożliwi porównanie z rezultatami kalibracji wg najnowszych krzywych. W literaturze przedmiotu zdarzają się jednak przypadki, na szczęście nieliczne, że autor podaje wyłącznie datowanie kalibrowane, bez podstawowej wartości wieku konwencjonalnego ^{14}C . Utrudnia to znacznie posługiwanie się taką datą, zwłaszcza jeśli nie jest podany system wg którego przeprowadzono kalibrację.

Osobną kwestią jest sprawa tzw. „poprawki na Południową Półkulę”. Otóż z opublikowanych w ostatnich latach analizach porównawczych kilkudziesięciu próbek o znanym wieku, pochodzących głównie z Afryki Południowej wynika, że zawartość izotopu ^{14}C w atmosferze Południowej Półkuli jest nieco mniejsza niż na Półkuli Północnej, co daje różnicę wieku rzędu 30–40 lat radiowęglowych. Upraszczając nieco problem można powiedzieć, że od każdego datowania konwencjonalnego wykonanego na próbce pochodzącej np. z Peru należałoby natychmiast odjąć 30–40 lat (np. 2050 ± 30 BP zamienić na 2010 ± 30 BP) i dopiero tę wartość poddać kalibracji wg krzywych dendrochronologicznych. Sprawa nie jest jednak taka prosta bowiem wiadomo, że w strefie równikowej następuje mieszanie się mas powietrza Północnej i Południowej Półkuli i nie istnieje nic takiego jak jakaś idealna granica biegnąca wzdłuż geograficznego równika, która pozwalałaby ostro oddzielić od siebie strefy o mniejszej i większej zawartości izotopu ^{14}C w powietrzu. Należy raczej przypuszczać, że zmiana ta następuje stopniowo. Jaką więc poprawkę przyjąć np. dla datowania próbki pobranej ze stanowiska położonego na Szerokości Geograficznej 2°S ? Czy ma to być 40 lat czy może mniej, np. 15 lub 10 lat? A jaka powinna być w związku z tym poprawka dla próbki z Szerokości Geograficznej 10°S , itd.? Z tych właśnie powodów, aby nie wprowadzać dodatkowego zamieszania, zdecydowaliśmy się nie wprowadzać wspomnianej poprawki do naszego programu kalibracyjnego do czasu, aż zostanie ustalona jej prawidłowa wartość przynajmniej dla interesujących nas szerokości geograficznych, to jest od ca 1°N do 20°S . Należy jednak pamiętać, że niektóre laboratoria wprowadzają 30. lub 40-letnią poprawkę automatycznie. Ma to może niezbyt wielkie znaczenie przy datach rzędu 6000 ± 100 BP, może natomiast być istotne przy datowaniach wysokiej dokładności (z odchyleniem standardowym około 20 lat) dla okresów późnych (np. inkaskiego). W naszej bazie ANDY takich przypadków jest niewiele, m.in. seria 5 dat ze stanowiska Yumes, Ekwador (AA-1760, AA-1762, AA-1763, AA-1764, AA-1765).

W tym miejscu wypada poświęcić parę słów kwestii:

G. Odchylenie standardowe i jego miejsce w piśmiennictwie archeologicznym

Wydać to się może pewną przesadą, ale pozwolę sobie w tym miejscu przypomnieć, że konwencjonalna data ^{14}C powinna być zawsze podana w formie np. 3500 ± 70 BP, co w tłumaczeniu na język bardziej potoczny oznacza, że z prawdopodobieństwem rzędu 68 procent rzeczywista wartość tej daty (w latach radiowęglowych, nie słonecznych!) mieści się w przedziale 3430–3570 BP, a z prawdopodobieństwem ca 95 procent w przedziale 2σ od wartości centralnej, co w tym przypadku daje przedział od 3360 do 3640 BP. Dopiero tak określone przedziały (a nie sama wartość centralna, tj. 3500 BP!) mogą być przedmiotem kalibracji wg krzywych dendrochronologicznych. Niestety, w starszej literaturze przedmiotu z okresu, w którym dominowała nieco przesadna wiara w dokładność metody ^{14}C (przynajmniej wśród archeologów) spotykana była często praktyka opierania chronologii o same wartości centralne, z pominięciem wartości odchylenia standardowego.

Konsekwencją tego podejścia było częste (a zdarzające się niekiedy jeszcze i dzisiaj) cytowanie datowań konwencjonalnych BP bez podania wartości odchylenia standardowego. W tej konwencji np. została opublikowana jedna z wcześniejszych list datowań (konkretnie F. Engel, 1963), na wstępie której, co prawda autor mówi o odchyleniu standardowym, ale na samej liście są podane wyłącznie wartości centralne. W praktyce ugruntowało się błędne przekonanie, że istotne znaczenie mają właśnie wartości centralne i tak w literaturze przedmiotu funkcjonuje szereg datowań, dla których po prostu nieznana jest wartość odchylenia standardowego, w naszej Bazie dotyczy to zwłaszcza serii datowań wykonanych przez niefunkcjonujące już obecnie laboratorium Science Museum of Victoria w Australii. Oczywiście w takich przypadkach brak informacji o odchyleniu standardowym uniemożliwia przeprowadzenie jakiegokolwiek sensownej kalibracji datowania.

Na zakończenie punktu dotyczącego „poprawek i kalibracji”, w którym była mowa głównie o różnych problemach związanych z interpretacją archeologiczną (niekiedy błędną lub nieprecyzyjną) danych podawanych przez laboratoria, wypada wspomnieć o delikatnej materii, jaką stanowią

H. Poprawki, pomyłki i błędy w samych laboratoriach

Jest rzeczą powszechnie znaną, aczkolwiek o której niechętnie mówi się głośno, że wśród laboratoriów, które wykonywały i wykonują datowania ^{14}C , istnieje duże zróżnicowanie ze względu nie tylko na dokładność pomiaru (przynajmniej tą deklarowaną przez laboratorium...), ale – mówiąc po prostu – ze względu na wiarygodność podawanych wyników. Nie wdając się w szczegóły tej, jako się rzekło, wielce delikatnej materii, wypada wspomnieć, że m.in. w celu ustalenia pewnego powszechnego standardu wiarygodności, periodycznie są organizowane datowania tych samych próbek (o znanym wieku bezwzględny) przez różne laboratoria. Wyniki takich weryfikacji są publikowane w *Radiocarbon*. Oczywiście udział w takich weryfikacjach jest dobrowolny i nie można zmusić żadnego ośrodka do poddania się takiej „próbie wiarygodności”, tym niemniej funkcjonuje coś w rodzaju „niepisanej listy rankingowej” laboratoriów ^{14}C klasyfikowanych według rzetelności i wiarygodności wykonywanych przez nie datowań. W programie kalibracyjnym opublikowanym przez Stuivera i Reimera w 1993 znalazł się nawet specjalny współczynnik k (przyjmujący wartości od 1 do 4), który służy do przemnażania wartości błędu standardowego (podawanego przez laboratorium) stosownie do przyjętej wiarygodności onegoż laboratorium, rzecz jasna ośrodkom najbardziej wiarygodnym przypisany jest współczynnik $k = 1$ itd. Nie trzeba dodawać, że pomysł wprowadzenia takiej formy „rankingu wiarygodności” spotkał się z raczej chłodnym przyjęciem, i nie zdarzyło nam się słyszeć, żeby ktokolwiek przyjął dla kalibracji dat ze swego laboratorium inną wartość niż $k = 1$... W każdym razie niezwykle istotną sprawą przy cytowaniu rezultatu datowania ^{14}C jest podanie odpowiadającego mu kodu i numeru laboratoryjnego.

Pomijając samą kwestię „oceny wiarygodności”, w przypadku jakiś niejasności stwarza to możliwość zwrócenia się bezpośrednio do laboratorium z prośbą o weryfikację takiego czy innego aspektu interesującej nas daty. Niestety jest praktyką dość powszechną, nawet w najnowszej literaturze przedmiotu, właśnie pomijanie lub nieprecyzyjne cytowanie wspomnianego kodu i numeru: w naszym Katalogu tego rodzaju przypadki noszą sygnaturę ZZZZ. Należy też pamiętać, że niektóre laboratoria w czasie swego długoletniego funkcjonowania zmieniały swoje kody identyfikacyjne, i tak np. pierwotnym kodem laboratorium Gif (Gif-sur-Yvette) było Gsy oraz Sa, w przypadku GrN (Groningen) było to Gro a GaK (Gakushuin) G itd.

Innym problemem jest to, że niekiedy z laboratoriów docierały (i docierają nadal) do Archeologów wstępne, a nie ostateczne wyniki pomiaru wieku próbki, przez co w literaturze przedmiotu mogą dłużej czas funkcjonować daty, nie potwierdzone bynajmniej przez laboratorium w ostatecznym raporcie. Dobrym przykładem takiej sytuacji jest sprawa datowania GX-1127 ze znanego stanowiska Chavín de Huántar; H. Amat O. podaje jego wartość jako 3150 BP bez uwzględnienia odchylenia standardowego (Amat, 1976:544). Otóż po zwróceniu się przez nas do Geochron Laboratories z prośbą o podanie brakującej wartości odchylenia standardowego, uzyskaliśmy odpowiedź, że badana próbka okazała się zbyt małą i laboratorium nie było w stanie ustalić jej wieku (list dr. G. Wilcox'a, Geochron Laboratories, z 27 kwietnia 1994 r.). Sądzymy więc, że publikując datę 3150 BP H. Amat O. oparł się na jakiejś wstępnej informacji uzyskanej od Laboratorium, nim został zakończony ostatecznie pomiar. Niezależnie od tego, z nieznanych dla nas przyczyn data ta bywa również już zupełnie błędnie cytowana jako 3077 BP lub 1127 BC, co jak podejrzewamy, może wynikać z pomylenia wartości datowania z jego numerem laboratoryjnym równym właśnie 1127.

Dodać jednak do tego należy, że niekiedy same laboratorium nie jest w stanie ustalić niektórych danych dotyczących swych datowań, zwłaszcza w przypadku analiz wykonywanych na przełomie lat 50. i 60., a to ze względu na luki w archiwach. W niektórych przypadkach niemożliwe jest nawet potwierdzenie numeru laboratoryjnego datowania, tak np. jest z całą serią datowań ze stanowiska Cerro Sechin, wykonanych w laboratorium ^{14}C Pontificia Universidad Católica del Perú w Limie (datowania PUCP - XX2 - XX16), które, nawiasem mówiąc, nie występują na żadnej ze znanych nam list datowań opublikowanych przez ten ośrodek.

Procedura analizy próbki od momentu jej dostarczenia do datowania aż do publikacji wyniku jest jednak na tyle skomplikowana, że nawet najbardziej renomowanym ośrodkom zdarzają się pomyłki. Najbardziej chyba znanym w ostatnich latach takim przypadkiem jest sprawa laboratorium ^{14}C British Museum, w którym na skutek niedokładności w aparaturze pomiarowej wykonano w latach 1980-1984 około 400 datowań z systematycznym błędem sięgającym około 200 lat. O wykryciu błędu Laboratorium poinformowało m.in. na łamach *Antiquity* i *Radiocarbon*, a następnie opublikowało nową listę skorygowanych datowań. Niestety, okazało się niemożliwe ustalenie poprawki dla wszystkich spośród wspomnianych ca 400 dat,

a pierwotne, błędne daty znalazły się już w archeologicznej literaturze przedmiotu. Ze znajdujących się w bazie ANDY dat dotyczy to czterech datowań ze stanowiska Guarumal w Ekwadorze (BM-1682R, BM-1684, BM-1688, BM-1689) oraz jednego datowania z Cusichaca w Peru (BM-1633R).

Biorąc więc poprawkę na nieuknioną (choć, na szczęście, rzadko zdarzającą się) możliwość błędu laboratoryjnego, w przypadkach szczególnie istotnych do ustalenia chronologii danego znaleziska, stosuje się zasadę dzielenia próbki na kilka części i wysyłania ich do różnych laboratoriów do przeprowadzenia niezależnych datowań. Tak np. uczyniliśmy w sytuacji niezwykle interesującego znaleziska przedceramicznego pochówku na terenie Cahuachi (Nasca, Peru): po wykonaniu 5 datowań (o zgodnych wynikach) laboratorium gliwickie wysłało część próbek do 3 innych ośrodków (Groningen, Gif-sur-Yvette – konwencjonalne oraz Gif A – akcelerator). Zgodność wyników z tych laboratoriów z wynikami uzyskanymi w Gliwicach stanowi mocny argument na poparcie tezy o przedceramicznym wieku wzmiankowanego pochówku i towarzyszącej mu struktury z drewnianych palików, a zarazem w jakimś stopniu potwierdza wiarygodność laboratoriów uczestniczących w takim krzyżowym datowaniu.

2. Kolejną poważną grupę problemów jakie napotkaliśmy w naszej pracy jest sprawa miejsca pochodzenia próbki, a konkretnie nazwy i miejsca położenia stanowiska, z którego została ona pobrana. Wydawałoby się, że sprawa jest trywialnie prosta, albowiem datowania są wykonywane w sposób oczywisty po to, aby ustalić chronologię na badanym stanowisku, stąd jego nazwa powinna być nieodłącznym elementem datowania, na równi z kodem i numerem laboratoryjnym. W rzeczywistości bywa jednak różnie, zwłaszcza w danych z archiwów laboratoryjnych, które swą informację opierają na opisie nadesłanym wraz z próbką przez archeologa. Opisy te są niekiedy (jak to mieliśmy okazję sami sprawdzić w czasie kwerendy) tak skrótowe i nieprecyzyjne, że często jest wręcz niemożliwe ustalenie choćby nazwy stanowiska, nie mówiąc już o jakiś bardziej szczegółowych danych na temat kontekstu z którego pobrano próbkę. Stąd w naszej bazie znalazły się daty sklasyfikowane jako „Niezidentyfikowane stanowisko”, lub też, w nieco lepszej sytuacji, określane jako „region Quito”, „arkusz Baños” czy innych równie przybliżonych lokalizacji.

W krańcowych przypadkach zdarzyć się może, że datowanie o tej samej wartości i takim samym kodzie i numerze laboratoryjnym przypisane bywa dwóm zupełnie różnym stanowiskom. Tak właśnie

jest np. z datą N-87, która w jednym źródle jest cytowana jako pochodząca z Paracas Necropolis, a w innych jako data z odległego o kilkaset kilometrów stanowiska La Florida w dolinie Rimac.

Osobną sprawą jest kwestia określenia położenia stanowiska w obrębie jednostek administracyjnych, zwłaszcza prowincji i dystryktów (Peru), oraz jego koordynat geograficznych. W niektórych przypadkach różnice w podawanych przez różnych autorów koordynatach sięgały dwudziestu kilku minut kątowych, a w kilku wypadkach były w sposób tak ewidentny błędne, że według podanych w źródle wartości np. osada przedhiszpańska musiałaby znajdować się na Oceanie i to kilkadziesiąt kilometrów od lądu...

Wymienione problemy z lokalizacją i identyfikacją stanowiska miały kilka poważnych konsekwencji dla formy prezentacji danych w naszej bazie oraz ich klasyfikacji w indeksie geograficznym. Przede wszystkim musieliśmy chwilowo zrezygnować z prezentacji rozmieszczenia datowań na badanym terenie Andów w formie map, bowiem system *MapInfo*, z którym jest sprzężona baza wymaga podania dokładnych koordynat geograficznych stanowisk. Weryfikacja tych danych dla całości bazy znacznie opóźniłaby udostępnienie bazy Czytelnikom, dlatego też zdecydowaliśmy, że opracowanie kartograficzne zostanie opublikowane w późniejszym terminie, w którymś z numerów przygotowywanego specjalnego Biuletynu. Nawet przy ustalonej nazwie i w miarę dokładnej lokalizacji występują niekiedy dość istotne różnice np. w numerze identyfikacyjnym stanowiska na obszarze czy szczegółach jego opisu. Powoduje to, że trudno jest czasem ustalić, czy dwóch autorów piszących np. o stanowiskach Cumbaya Z3B3-021 (Santa Lucia) i Santa Lucia ED16 w Dolinie Tumbaco (Ekwador) ma naprawdę na myśli dokładnie to samo stanowisko, czy też dwa blisko ze sobą sąsiadujące. Podobna sytuacja ma miejsce zwłaszcza w przypadku obszarów o dużej koncentracji stanowisk archeologicznych, które mogą występować tak pod nazwą własną jakiegoś szczególnego obiektu, jak i pod ogólną nazwą obszaru i/lub zespołu (kompleksu archeologicznego). Tak jest np. ze stanowiskami z Quebrada de Chilca, Paracas, Cahuachi, Ancon, Batan Grande, Caballo Muerto i in. Nawet w sytuacji, gdy mieliśmy podstawy przypuszczać, że kilka stanowisk wymienionych z nieco różnymi oznaczeniami u różnych autorów jest w rzeczywistości jednym i tym samym (patrz np. różne „Ancon, Tank Site” oraz „Qaluyu”), woleliśmy uwzględnić je wszystkie w Indeksie geograficznym jako niezależne od siebie niż ryzykować ewentualną pomyłkę

w atrybucji daty niewłaściwemu stanowisku o podobnej nazwie i/lub lokalizacji. Mamy nadzieję wprowadzić z czasem odpowiednią korektę i uściślenia do tej części bazy.

3. Ostatnim wreszcie generalnym problemem jaki napotkaliśmy przy kompletowaniu i analizie danych do Bazy ANDY była kwestia przypisania datowań odpowiednim epokom chronologicznym wyróżnianym w archeologii obszaru andyjskiego. Ściśle z tym jest związana sprawa sporządzenia odpowiedniego Indeksu chronologicznego datowań. Otóż początkowo mieliśmy zamiar przypisać każdej dacie konkretny okres chronologiczny w ramach klasycznego dla danego obszaru podziału chronologiczno-kulturowego w rodzaju Późny Horyzont, Późny Okres Przejściowy, Środkowy Horyzont itd. i na tej podstawie skonstruować odpowiedni indeks. Prędko jednak pojawił się dość podstawowy problem: na jakiej podstawie i przez kogo miałyby być nadawane takie przyporządkowanie? Jeśli przez archeologa, który pobrał próbkę i oddał do datowania to należy pamiętać, że często datowanie daje wynik bardzo różniący się od oczekiwań badacza, np. na skutek zanieczyszczenia próbki.

Gdyby w tym przypadku postępować konsekwentnie, musielibyśmy np. uznać za należące do Wczesnego Okresu Przejściowego (EIP) również i te datowania, które co prawda dały rezultat „Modern”, ale zostały wykonane na próbkach pobranych z warstwy stratygraficznej uznanej przez badacza za odpowiadającą okresowi EIP.

Gdyby z kolei oprzeć się tylko na bezwzględny wynik datowania, to konsekwentnie musielibyśmy zaliczyć do okresu Przedceramicznego np. pierwsze fazy budowy kanału La Cumbre, a to ze względu na obecność w odpowiadających im warstwach wtórnej depozycji starszego materiału (korzenie, pnie drzew). A jeśli by z kolei brać pod uwagę tylko te datowania, których rezultaty zostały w pełni przeanalizowane i zaakceptowane przez Archeologów, to bardzo zmniejszyłoby to ilość danych w bazie. W tej sytuacji zdecydowaliśmy się pozostawić w komentarzu archeologicznym do datowania informację o kontekście stratygraficznym z jakiego pobrano próbkę, natomiast indeks zbudowaliśmy niezależnie od tych informacji, w oparciu o wyróżnione arbitralnie przedziały czasowe, wg wartości konwencjonalnego wieku radiowęglowego BP. Przedziały te odpowiadają z grubsza ramom czasowym przyjętym dla podstawowych okresów w chronologii kulturowej obszaru andyjskiego, aczkolwiek z podanych przyczyn nie uważaliśmy za stosowne przypisanie im nazw tych okresów.

Wypada jeszcze wyjaśnić dlaczego sporządziliśmy wspomniany Indeks w oparciu o wartości konwencjonalnego wieku radiowęglowego a nie o wiek kalibrowany, którego upowszechnienie do analizy problemów chronologicznych uważamy skądinąd za jedno z najbardziej pożądanych zastosowań naszego opracowania. Powody takiej decyzji są dwa: po pierwsze, jak już wielokrotnie wspominałem, większość datowań z obszaru andyjskiego funkcjonowała dotychczas w literaturze przedmiotu w wersji niekalibrowanej, toteż uznaliśmy, że sporządzenie katalogu w oparciu o nieznane dotychczas wartości kalibrowane wprowadzić może dodatkowy zamęt pojęciowy i utrudni, zamiast ułatwić, posługiwanie się bazą. Drugi powód był natury technicznej. Otóż, jak to jest szczegółowo opisane w artykułach A. Michczyńskiego oraz A. i M. Pazdurów, forma kalibracji jaką obraliśmy to przedziały czasowe o określonym prawdopodobieństwie, natomiast zrezygnowaliśmy z podawania kalibrowanego odpowiednika wartości centralnej. Wiadomo przy tym, że ze względu na opisane zagięcia krzywej kalibracyjnej, jedna data konwencjonalna może dać w wyniku kalibracji kilka przedziałów czasowych o różny prawdopodobieństwo; w tej sytuacji samo przyporządkowanie dat kalibrowanych poszczególnym okresom chronologicznym byłoby w praktyce dość uciążliwe i niejednoznaczne. Decyzja oparcia indeksu o daty wyrażone w konwencjonalnym wieku radiowęglowym była więc pewnym kompromisem między założeniami teoretycznymi, jakie sobie na wstępie postawiliśmy, a praktycznymi aspektami posługiwania się naszym opracowaniem.

Po omówieniu głównych problemów, jakie napotkaliśmy przy gromadzeniu i porządkowaniu danych, wypada przedstawić kilka generalnych uwag na temat datowań zgromadzonych w bazie *ANDY*. Podstawowe dane to:

| | Podział stanowisk wg ilości datowań ^{14}C na stanowisko | | | | | | | | | | Ilość datowań | |
|---------|---|------|-----|------|-----|------|-----|------|--------|-------|---------------|-------|
| | 1 | % | 2-4 | % | 5-9 | % | >10 | % | ogółem | % | ogółem | % |
| Boliwia | 17 | 58,6 | 10 | 34,5 | 0 | 0 | 2 | 6,9 | 29 | 4,5 | 99 | 3,7 |
| Ekwador | 65 | 43,3 | 53 | 35,3 | 16 | 10,7 | 16 | 10,7 | 150 | 23,6 | 657 | 24,6 |
| Peru | 182 | 39,7 | 177 | 38,6 | 59 | 12,8 | 41 | 8,9 | 459 | 71,9 | 1917 | 71,7 |
| Ogółem | 264 | 41,4 | 240 | 37,6 | 75 | 11,8 | 59 | 9,2 | 638 | 100,0 | 2673 | 100,0 |

Baza liczy ogółem 2673 datowania z około 638 stanowisk, przy czym znakomita większość z nich to datowania próbek archeologicznych, tym niemniej uwzględniliśmy również próbki pobrane w wyni-

ku innego rodzaju badań, np. paleoklimatycznych czy geologicznych. Sądziłem bowiem, że dane dotyczące ostatniego zlodowacenia w Andach czy zmian w procesach akumulacji rzecznej w Amazonii mogą mieć istotne znaczenie dla rekonstrukcji paleoekologicznych dla potrzeb archeologii.

Zwraca tu uwagę bardzo niewielka liczba datowań wykonanych dla Boliwii. Oczywiście może to być w jakimś stopniu efekt niekompletnej kwerendy źródłowej, tym niemniej, na tle choćby 657 datowań z terenu Ekwadoru, wyraźnie widać, że podstawa do dyskusji nad chronologią bezwzględną kultur archeologicznych z terenu boliwijskiego Altiplano jest nader skromna.

Drugim interesującym spostrzeżeniem jest kwestia ilości datowanych stanowisk i związanej z tym średniej ilości datowań wykonanych dla jednego stanowiska. Otóż w katalogu jest wymienionych 638 stanowisk, przy czym jak wspominaliśmy niektóre z nich (jak np. Ancon, Tank site) mogą występować kilkakrotnie, pod nieco zmienioną nazwą. Takie przypadki są jednak nieliczne, możemy więc zasadniczo przyjąć, że liczba stanowisk dla których wykonano datowania radiowęglowe oscyluje wokół 625. Daje to średnią około 4,14 datowania na stanowisko, przy czym zmienność jest tu bardzo znaczna: rekordową ilość datowań (118) wykonano dla stanowiska (a właściwie kompleksu archeologicznego) Cahuachi, w dolinie Nasca, istnieje natomiast liczna grupa stanowisk, które mają po jednym datowaniu.

Oczywiście pojęcie „stanowiska” jest niezbyt precyzyjne i obejmuje zarówno liczące po kilka czy kilkanaście km² zespoły w rodzaju wspomnianego Cahuachi, Batan Grande czy Tiwanaku, jak i np. niewielkie śmietnisko muszlowe. Jeśli jednak przyjrzymy się bliżej tej statystyce to okaże się, że np. dla 29 stanowisk boliwijskich (w przypadku Tiwanaku zgrupowaliśmy dane z kilku jego sektorów w jedno) średnia wynosi co prawda 3,41 datowania na stanowisko z tym, że aż 57 datowań wykonanych zostało dla 2 stanowisk, natomiast pozostałych 27 stanowisk ma tylko od 1 do 4 datowań (ogółem 42, średnia 1,56 datowania na stanowisko). Jest to, jak się wydaje, odzwierciedleniem nie tylko różnicy w ważności poszczególnych stanowisk, ale i pewnej tendencji w postępowaniu badawczym archeologów, polegającej na przecenianiu znaczenia pojedynczego datowania ¹⁴C. Zdajemy sobie sprawę z faktu, że wchodzi tu w grę również czynnik ekonomiczny, jako że datowania ¹⁴C są dość kosztowne, ale w praktyce tylko seria datowań z jednego kontekstu (przynajmniej 3 próbki) może dostarczyć wiarygodnej estymacji chronologicznej.

WNIOSKI KOŃCOWE I POSTULATY DLA BAZY POLEURO

Przedstawione problemy dotyczące procesu zbierania datowań radiowęglowych oraz różnego rodzaju ograniczeń dotyczących możliwości ich użycia do tworzenia skal chronologicznych, mogą sprawić wrażenie nieco zniechęcające do samej metody ^{14}C i wiarygodności jej rezultatów. Pomijając już kwestię poprawek i korekt oraz związanej z nimi kwestii dokładności samego pomiaru wieku konwencjonalnego, szczególnie zniechęcające wydają się być niektóre wyniki kalibracyjne, gdy np. otrzymany przedział czasowy może mieć około 800 lat i to dla datowania nie warstwy z wczesnego Okresu Przedceramicznego, ale np. z około 2500 BP. Czyżbyśmy, tworząc naszą bazę danych i krytycznie opisując zgromadzone dane, niechcący dostarczyli argumentów tym archeologom, którzy wręcz kwestionują użyteczność metody ^{14}C dla ustalania chronologii bezwzględnej? Otóż wydaje mi się, że w pewnym momencie my, archeolodzy, po prostu zbyt wiele od metody ^{14}C oczekiwaliśmy i wymagaliśmy, traktując ją (zwłaszcza w początkowym okresie jej stosowania) jako swego rodzaju „Deus ex machina” (*nomen omen*), absolutną wyrocznię w kwestii chronologii. W tej sytuacji kolejne poprawki i wskazane ograniczenia w interpretacji wyników datowań radiowęglowych wywołały rozczarowanie, z którego z kolei zrodziła się nieufność. Było to chyba jednak bardziej emocjonalne niż analityczne ustosunkowanie się do problemu. Ostatecznie wszyscy zdajemy sobie przecież sprawę z tego, że taki filar technik archeologicznych, jakim jest np. analiza stratygrafii też obfituje w różne niespodzianki i często mamy do czynienia z koniecznością zmiany czy korekty wcześniejszych ustaleń. Nikt jednak jak dotąd nie kwestionuje sensowności stosowania metody stratygraficznej w pracy terenowej i interpretacji wyników wykopalisk. Stosunek do metody radiowęglowej powinien być chyba podobny, zwłaszcza obecnie, w sytuacji uzyskania kolejnego uściślenia jakim jest kalibracja dendrochronologiczna.

Zarówno w tym artykule, jak i tekście profesora Pazdura mowa też była o różnych sposobach zminimalizowania możliwości otrzymania datowania niezgodnego ze stratygrafią czy po prostu niediagnostycznego dla kwestii chronologii bezwzględnej. Poza starannym doborem materiału do datowania, szczególne znaczenie mogłoby mieć upowszechnienie zwyczaju datowania nie pojedynczej próbki z danego kontekstu lecz serii próbek, z możliwością ich rozdzielenia między różne laboratoria. Kolejną bardzo istotną kwestią jest sama sprawa

wyboru laboratorium, któremu zlecamy wykonanie datowań. Jeśli bowiem chcemy przeprowadzić analizę zdarzeń w stosunkowo wąskim przedziale czasowym, np. przy badaniu stanowiska z okresów późnych (odpowiadających czasowo naszemu Średniowieczu lub wręcz czasom nowożytnym), to powinniśmy dążyć do uzyskania datowań z odchyleniem standardowym nie większym niż 40–50 lat (niektóre laboratoria wykonują już datowania z odchyleniem standardowym rzędu 20–25 lat). Tylko przy tej skali dokładności możemy liczyć na uzyskanie kalibrowanego wyniku, który będzie wystarczająco precyzyjny dla naszej analizy.

Pozostaje jeszcze kwestia różnych procedur statystycznych do analizy sekwencji datowań radiowęglowych, z obszaru andyjskiego wypada tu odnotować niezwykle interesującą próbę ustalenia chronologii bezwzględnej dla stanowisk z Jama Valley (Ekwador) metodą zaprezentowaną niedawno przez Zeidlera i in. W każdym razie należy chyba uznać za zakończony okres, w którym panował zwyczaj posługiwania się pojedynczymi datowaniami dla badanych stanowisk i opierania analizy chronologii bezwzględnej na porównywaniu ze sobą wartości konwencjonalnego wieku. Metoda ^{14}C ma za sobą ponad 40 lat rozwoju, który pozwolił nam na uściślenie tak samej procedury analizy, jak i na precyzyjniejsze określenie jej różnorodnych ograniczeń. Ale w odniesieniu do archeologii andyjskiej, metoda ta pozostanie długo niezastąpiona. Wobec praktycznej niemożności zastosowania dendrochronologii na obszarze środkowoandyjskim (brak odpowiednich drzew) i dość ograniczonych rezultatach innych technik datowania (np. paleomagnetycznej czy termoluminescencyjnej) metoda ^{14}C pozostaje, przy wszystkich swych ograniczeniach, najdokładniejszą jaką mamy do dyspozycji.

Pozostaje jeszcze do omówienia sprawa wykorzystania doświadczeń uzyskanych przy tworzeniu bazy ANDY tak przy dalszych pracach nad jej systematyczną aktualizacją, jak i dla potrzeb projektowanej bazy POLEURO. Jeśli chodzi o bazę ANDY, to jak wspomniałem będzie ona systematycznie uzupełniana o nowe datowania, a informacje na ten temat, jak również artykuły dotyczące problematyki chronologii bezwzględnej obszaru andyjskiego będą publikowane w specjalnym czasopiśmie o nazwie *Boletín de Cronología Andina*, którego pierwszy numer ukaże się w maju 1995. Jest przewidziane także stopniowe udostępnienie bazy za pomocą sieci poczty komputerowej.

W odniesieniu do projektowanej bazy POLEURO wydaje się, że jej sporządzenie powinno sprawić mniej problemów niż to miało miejsce

w przypadku bazy danych *ANDY*. Decydującą rolę mają w tym przypadku następujące czynniki:

1. Większa jednorodność danych (a przez to ich kompatybilność) wynikająca z faktu, że jakkolwiek pierwsze datowania ^{14}C dla obszaru Polski wykonywano już w latach 50., to jednak znakomita większość funkcjonujących w literaturze przedmiotu dat została wykonana począwszy od lat 60., kiedy to funkcjonowały już pewne podstawowe standardy (np. standard radioaktywności) oraz znacząco poprawiła się dokładność samego pomiaru.

2. Mniejsze rozproszenie przede wszystkim ze względu na mniejszą liczbę laboratoriów, które je wykonywały. Przypomnijmy w tym miejscu, że w przypadku danych z obszaru andyjskiego zgromadzone w naszej bazie 2673 datowania pochodzą z 78 laboratoriów z różnych krajów świata. Oczywiście pierwsze cztery laboratoria, jeśli chodzi o ilość wykonanych datowań, dały ogółem 758 dat, czyli około 30 procent całości; są to w kolejności: GX (Geochron, USA) – 220 datowań, I (Teledyne, USA) – 215 datowań, Gd (Gliwice, Polska) – 169 datowań, Gif (Gif-sur-Yvette, Francja) – 159 datowań. Jest jednak bardzo liczna grupa laboratoriów, które wykonały po kilka czy kilkanaście datowań, a dotarcie do tych danych było niekiedy dość uciążliwe. W przypadku obszaru Polski, dla którego szacowana liczba datowań wynosi zapewne około 2000, blisko 1200 zostało wykonanych przez laboratorium gliwickie i jest już zgromadzonych w komputerowej bazie danych tego ośrodka. Pozostałe zostały wykonane w 2 laboratoriach w Polsce i 4–5 ośrodkach zagranicznych, przeprowadzenie odpowiedniej kwerendy będzie więc i łatwiejsze i szybsze.

Oczywiście istotną kwestią jest zaadaptowanie samej struktury bazy *ANDY* do nieco innych potrzeb bazy *POLEURO*. Nie wdając się tu w szczegóły techniczne, o których mowa jest m.in. w tekście Ewy Marczak, wypada wymienić następujące zagadnienia o podstawowym znaczeniu:

1. O ile w bazie *ANDY* uwzględnialiśmy wyłącznie datowania ^{14}C ze względu na brak znaczącej ilości wiarygodnych datowań wykonanych innymi metodami, o tyle w bazie *POLEURO* niezbędnym jest uwzględnienie równoległe przynajmniej datowań dendrochronologicznych.

2. Ponieważ stopień rozpoznania archeologicznego obszaru Polski jest znacznie dokładniejszy niż ma to miejsce na terenie środkowo-andyjskim, pojawia się problem szczegółowości opisu kontekstu archeologicznego, z którego pobrano próbkę. Mamy tu następującą alternatywę: albo zwiększamy ilość informacji na karcie datowania,

albo też podajemy odnośniki do informacji zgromadzonych w innych miejscach np. w kartotece AZP.

3. Pojawia się poważny problem określenia granic terytorialnych dla bazy *POLEURO*. Oczywiście w pierwszym etapie można ograniczyć się po prostu do granic państwowych, tak jak to zrobiliśmy w przypadku bazy *ANDY*, ale jeśli będziemy dążyć do uwzględnienia w przyszłości prawdziwych zasięgów poszczególnych kultur, to kwestia granic terytorialnych będzie wymagała specjalnego przedyskutowania.

4. We wszystkich wymienionych kwestiach należy przyjąć takie rozwiązania, które zapewniłyby kompatybilność bazy *POLEURO* z innymi, podobnymi bazami realizowanymi obecnie w niektórych państwach europejskich, np. we Francji (baza z ośrodka w Lyonie) oraz w Wielkiej Brytanii.

BIBLIOGRAFIA

- Amat Olazabal H., 1976: *Estudios arqueológicos en la cuenca del Mosna y en el Alto Marañon* [w] *Actas del XLI Congreso Internacional de Americanistas*, México 1974, vol. III, México, pp. 532-544
- Arnold J.R., Libby W.F., 1951: *Radiocarbon Dates*, *Institute for Nuclear Studies University of Chicago „Science”*, vol. 113, no 29271, pp. 111-120
- Bischof H., 1972: *The origins of pottery in South America – Recent radiocarbon dates from Southwest Ecuador*, [in] *Atti del XL Congresso Internazionale degli Americanisti*, Roma-Genova 1972, vol. 1, Genova 1973, pp. 269-281
- Bowman S.G.E., Ambers J.C., Leese M.N., 1990: *Re-evaluation of British Museum radiocarbon dates issued between 1980 and 1984*. „*Radiocarbon*”, vol. 32, no 1, pp. 59-79
- Broecker W.S., Kulp J.L., Tucek C.S., 1956: *Lamont Natural Radiocarbon Measurements III*. „*Science*”, vol. 124, no 3213, pp. 154-165
- Burger R., 1981: *The Radiocarbon evidence for the temporal priority of Chavin de Huantar*. „*American Antiquity*”, vol. 46, n. 3
- Damon P.E., Ferguson C.W., Long A., Wallick E.I., 1974: *Dendrochronologic Calibration of the Radiocarbon Time Scale*. „*American Antiquity*”, t. 39, pp. 350-366
- Engel F., 1963: *Datations à l'aide du Radio-Carbone 14 et problèmes de la préhistoire du Pérou*. „*Journal de la Société des Américanistes*”, t. LIII, Paris, pp. 101-132
- Engel F., 1966: *Geografía humana prehistórica y agricultura precolombina de la Quebrada de Chilca*. Universidad Agraria, Lima

- Ferguson C.W., 1969: *A 7014-Year Annual Tree-Ring Chronology for Bristlecone Pine. „Pinus Aristrata”, from White Mountain, California. „Tree Ring Bulletin”, t. 29, pp. 3-29*
- Klein J., Lerman J.C., Damon P.E., Ralph E.K., 1982: *Calibration of Radiocarbon dates: tables based on the consensus data of the Workshop on calibrating the radiocarbon timescale. „Radiocarbon”, vol. 24, pp. 103-150*
- Kulp L. et al., 1951: *Lamont Natural Radiocarbon Measurements II. „Science”, vol. 116, no 3016, pp. 409-412*
- Pazdur M., Krzanowski A., 1991: *Fechados radiocarbonicos para los sitios de la cultura Chanccay, pp. 115-132 [w] Krzanowski A. (ed.), 1991: Estudios sobre la cultura Chanccay, Peru. Uniwersytet Jagielloński, Kraków*
- Pazdur A., Pazdur M., 1982: *Chronometria radiowęglowa jako metoda badawcza w archeologii; możliwości, ograniczenia, perspektywy. „Przegląd Archeologiczny”, vol. 30, pp. 5-45*
- Ponce Sanginés C., 1972: *Tiwanaku: espacio, tiempo y cultura, La Paz*
- Ravines R., 1982: *Panorama de la arqueología andina, Lima*
- Ravines R., Alvarez Sauri J.J., 1967: *Fechas radiocarbónicas para el Perú, [in] „Arqueológicas” 11, Museo Nacional de Antropología y Arqueología, Lima*
- Silverman H., 1993: *Cahuachi in the Ancient Nasca World. Iowa University Press*
- Suess H.E., 1955: *Radiocarbon Concentration in Modern Wood. „Science”, vol. 120, pp. 415-417*
- Suess H.E., 1979: *A calibration table for conventional radiocarbon dates, [in] R. Berger, H.E. Suess (eds.): „Radiocarbon Dating. Proceedings of the 9th International Radiocarbon Conference”, University of California Press, Berkeley, pp. 777-785*
- Taylor R.E., Meigham C.W., 1978: *Chronologies in New World Archaeology. Academic Press*
- Watson J., 1986: *¹⁴C and Cultural Chronology of the North Coast of Peru, [w] R. Matos, S. Turpin, H. Eling: Andean Archaeology Monograph XXVII, Institute of Archaeology UCLA*
- Zeidler J.A., Buck C.E., Litton C.D., 1993: *The integration of archaeological phase information and radiocarbon results from the Jama River Valley, Ecuador: a Bayesian approach. (ms)*
- Ziolkowski M., Pazdur M., Krzanowski A., Michczyński A., 1994: *Andes. Radiocarbon database for Bolivia, Ecuador and Peru. Joint Publication Andean Archaeological Mission, Warsaw University and Gliwice Radiocarbon Laboratory, Silesian Technical University, Warsaw-Gliwice*