

Karol ROTNICKI

Instytut Badań Czwartorzędu
Uniwersytet Adama Mickiewicza, Poznań

Andrzej BLUSZCZ

Laboratorium C-14
Politechnika Śląska, Gliwice

Ryszard K. BORÓWKA

Instytut Badań Czwartorzędu
Uniwersytet Adama Mickiewicza, Poznań

DATOWANIE TL OSADÓW RZECZNYCH PROSNY Z FAZY LESZCZYŃSKIEJ W ŚWIETLE INNYCH KRYTERIÓW OKREŚLANIA WIEKU

Streszczenie. Przedstawiono wyniki datowań TL pięciu warstw serii rzecznej terasy III dolnej Proсны w Macewie. Terasę tę skorelowano wcześniej z sandrem fazy leszczyńskiej i za pomocą dat radiowęglowych określono wiek tej serii i fazy leszczyńskiej na młodszy od $20,500 \pm 500$ lat BP (Gd-2566). W świetle tego, uzyskane daty TL, mieszczące się w przedziale wieku od 45 ± 9 ka do 102 ± 18 ka, w błędny sposób określają wiek osadów fazy leszczyńskiej.

THERMOLUMINESCENCE DATING OF PROSNA RIVER DEPOSITS OF THE LESZNO PHASE COMPARED WITH OTHER DATING EVIDENCE

Summary. The TL datings were carried out on 5 layers of the series of alluvial deposits building terrace III of the Proсна valley near Macew. The series had been correlated with the maximum limit of the Leszno Phase inland ice of the Last Glaciation. Basing on radiocarbon dating of the peat underlying the series younger than $20,500 \pm 500$ years BP (Gd-2566). The obtained TL dates are confined between 45 and 102 ka BP and differ fundamentally from the age established by the other methods.

ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНТНОЕ ДАТИРОВАНИЕ РЕЧНЫХ ОСАДКОВ ПРОСНЫ В ЦВЕТЕ ДРУГИХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА

Резюме: Датировки методом ТЛ были проведены для 5 слоев серии речных осадков терасы III реки Просны вблизи местности Мачев. Эта серия была раньше коррелирована с максимальным стадиялом последнего оледенения и на основе радиоуглеродного датирования возраст серии определили на не больше чем $20,500 \pm 500$ лет тому назад. Результаты датировок по методу ТЛ, расположены в интервале с 45 до 102 тыс. лет тому назад, проявляют значимую расхожимость с результатами полученными по другими методами.

WPROWADZENIE

Ukształtowanie rzeźby Niżu Europejskiego i położonych na południe od niego wyżyn i gór powodowało, że w okresach czwartorzędowych zlodowaceń skandynawskich wody peryglacjalnych rzek, które brały swój początek w górach i na wyżynach, płynąc ku północy zgodnie z ogólnym nachyleniem powierzchni, łączyły się z wodami roztopowymi lądolodu i odpływały mniej więcej równoległe do krawędzi lądolodu na zachód lub na wschód. Skutkami tego zjawiska są: 1) zazębianie się osadów glacialnych i glacijofluwialnych z osadami peryglacjalnych rzek tego samego wieku, i 2) powstanie wspólnych powierzchni odpływu połączonych wód roztopowych lądolodu i peryglacjalnych rzek poszczególnych faz danego zlodowacenia. Taki układ przestrzenny form i osadów kontaktu strefy glacialnej i ekstraglacialnej stwarza sprzyjające warunki do: 1) analizy związków między fazami akumulacji i erozji w dolinach rzecznych a glacją i deglacją, i 2) określenie względnego wieku teras i budujących je serii osadów rzecznych w dolinach strefy peryglacjalnej poprzez ich korelację z powierzchniami i seriami osadów sandrowych (Rotnicki, 1963a,b, 1966, 1974, 1987).

Szczególnie korzystne warunki do badań relacji wieku faz erozji i akumulacji rzecznej do faz glacji i deglacji ostatniego zlodowacenia stwarza dolina dolnej Prozny, ponieważ jej ujście do Warty w Kotlinie Pyzdrowskiej znajduje się dokładnie na linii maksymalnego zasięgu ostatniego zlodowacenia. Rzeka ta łączyła się z wodami roztopowymi ostatniego lądolodu podczas jego zasięgu maksymalnego i kilku kolejnych faz recesyjnych, czego efektem jest kilka poziomów terasowych w Kotlinie Pyzdrowskiej i dolinie dolnej Prozny, połączonych z sandrami kolejnych faz recesji ostatniego lądolodu.

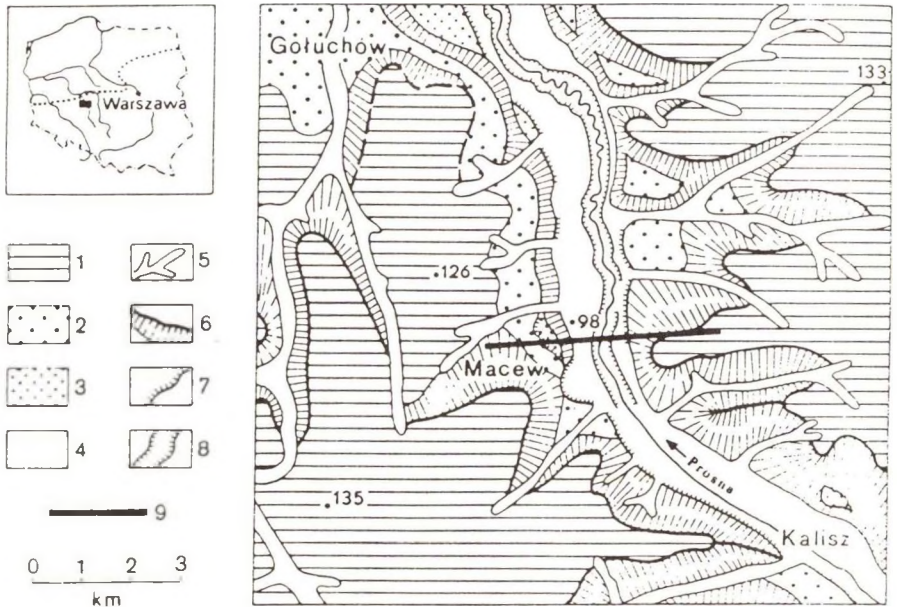
Pierwsze określenie wieku względnego teras dolnej Prozny nastąpiło za pomocą analizy morfostratygraficznej, poprzez ustalenie przestrzennych relacji tych form do powierzchni sandrowych faz: leszczyńskiej, poznańskiej i oscylacji gnieźnieńskiej, dochodzących do Kotliny Pyzdrowskiej od północy (Rotnicki, 1963a,b, 1966, 1974, 1987). Później dolną granicę wieku początku akumulacji serii budującej terasę fazy leszczyńskiej, zidentyfikowanej metodą

analizy morfostratygraficznej, określono za pomocą datowania radiowęglowego mułku torfiastego i torfu występującego w spągu tej serii w Macewie (Rotnicki, Borówka, 1989, 1990). Stanowisko w Macewie pozwoliło jednocześnie określić dolną granicę wieku maksymalnego zasięgu ostatniego zlodowacenia podczas fazy leszczyńskiej na młodszą od $20,500 \pm 500$ lat BP (Gd-2566). Data ta potwierdziła wcześniejsze hipotezy o wieku fazy leszczyńskiej w Polsce, sformułowane na podstawie dat pochodzących z obszaru Niemiec i Rosji (Kozarski, 1980, 1981, 1986, 1991).

W tej sytuacji seria rzeczna fazy leszczyńskiej w stanowisku w Macewie okazała się szczególnie przydatna do sprawdzenia wartości i dokładności datowania czwartorzędowych osadów rzecznych metodą TL.

POŁOŻENIE STANOWISKA W MACEWIE

Zbadane stanowisko znajduje się w dolinie dolnej Proсны we wsi Macew, około 12 km na północ od Kalisza i około 40 km na południe od maksymalnego zasięgu lądolodu fazy leszczyńskiej pod Żerkowem (rys. 1). Dolina Proсны o szerokości 2.0-2.5 km rozcina tu wysoczyznę kaliską zbudowaną na powierzchni z gliny zwałowej zlodowacenia środkowopolskiego. Równina zalewowa rzeki, położona na rzędnej 96.5- 97.5 m n.p.m. leży o około 30-35 m poniżej powierzchni wysoczyzny. Po zachodniej stronie doliny występują w niej dwie terasy: a) terasa III, leszczyńska, położona 111-115 m.n.p.m. i terasa IV, poznańska, mająca wysokość 105 m.n.p.m. Na przekroju geologicznym doliny Proсны, zlokalizowanym wzdłuż drogi z Macewa do Jastrzębnik, wykonano kilkanaście wierceń w obrębie równiny zalewowej i kilka w obrębie teras leszczyńskiej i poznańskiej. Ponadto trzy odkrywki w Macewie, położone na linii przekroju, ułatwiły wgląd w budowę geologiczną obydwóch wymienionych teras (Rotnicki, Borówka, 1989, 1990). Wiercenia przebiły serię osadów rzecznych holocenijskich i plenivistuliańskich osiągając bądź glinę zwałową, bądź ił pliocenijski. Konstrukcję przekroju geologicznego i ustalenie profilu



Rys. 1. Sytuacja geomorfologiczna przekroju geomorfologicznego w dolinie Prosny pod Macewem. 1 - wysoczyzna morenowa zlodowacenia środkowopolskiego, 2 - terasa III Prosny (faza leszczyńska), 3 - terasa IV (faza poznańska), 4 - późnovistulianska i holocenska terasa zalewowa, 5 - małe doliny, 6 - stoki; górny załom zaznaczono grubszą linią, 7 - krawędzie, 8 - młodoholocenske wcięcie koryta Prosny, 9 - linia przekroju geologicznego; Uwaga: linia kropkowana na mapce wyznacza maksymalny zasięg ostatniego zlodowacenia

Fig. 1. Geomorphologic setting of the Prosna valley cross-section in vicinity of Macew. 1 - morainic plateau (Middle-Polish Glaciation), 2 - terrace III (Leszno Phase, Upper Pleni-Vistulian), 3 - Terrace IV (Poznań Phase, Upper Pleni-Vistulian), 4 - floodplain (Late Vistulian and holocene), 5 - small valleys, 6 - slopes, 7 - scarp, 8 - Prosna channel incision (Younger Holocene), 9 - location of geological cross-section. Note: dotted line on the map marks the maximum extend of the Last Glaciation

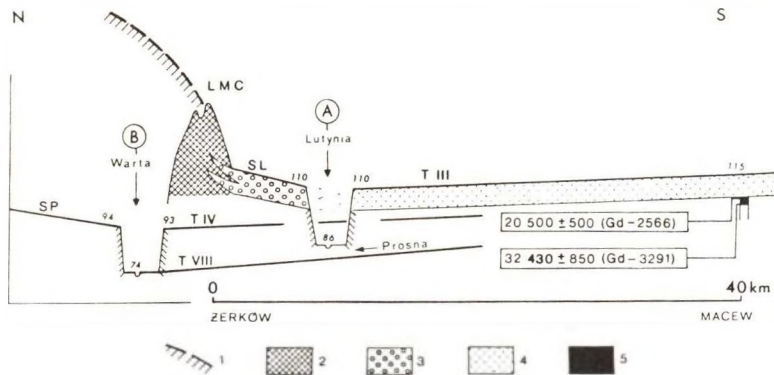
litostratygraficznego osadów plenivistulianskich ułatwiło zdjęcie tachymetryczne poszczególnych serii osadów w odkrywkach i zaniwelowanie otworów wiertniczych.

WIEK SPĄGU I STROPU SERII FAZY LESZCZYŃSKIEJ W ŚWIETLE MORFOSTRATYGRAFII

Jak wspomniano na wstępie, wiek stropu i spągu serii osadów budujących terasę III Proсны w Macewie wyznaczono wcześniej dwoma metodami: morfostratygrafii i datowania radiowęglowego.

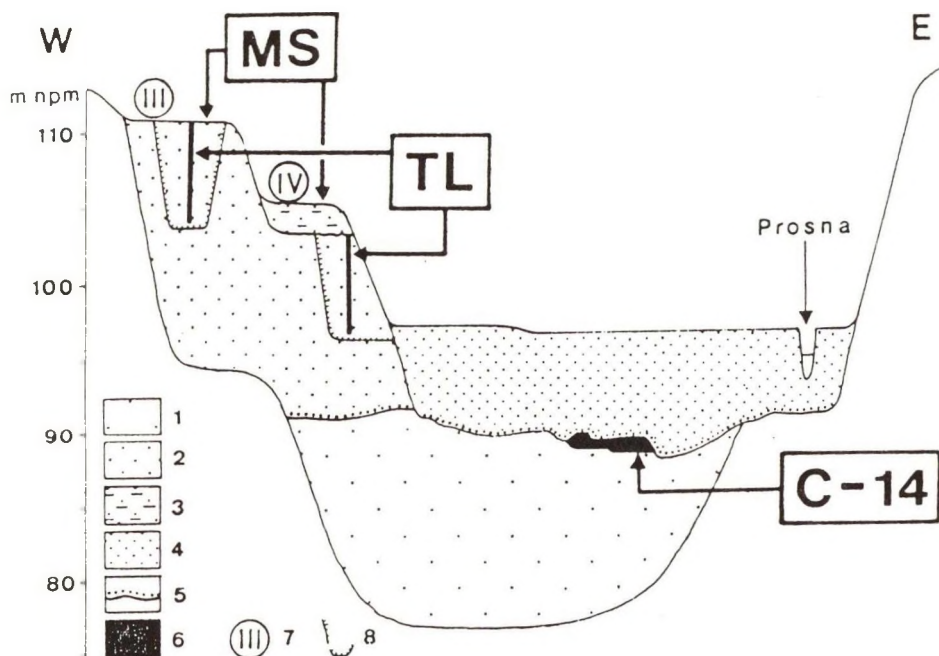
1. Strop serii, stanowiący powierzchnię terasy II skorelowano z powierzchnią sandrową fazy leszczyńskiej pod Żerkowem (rys. 2), na zachodnim obrzeżu Kotliny Pyzdrowskiej (Rotnicki, 1963a,b, 1966, 1987).

2. Spąg serii wyznaczono poprzez datowanie radiowęgłem mułku torfiastego i torfu wypełniającego kopalne koryta rzeczne, a występujące dzisiaj pod holocenijskim wypełnieniem dna doliny, na głębokości 7-8 m pod powierzchnią równiny zalewowej (rys. 2 i 3). W stosunku do powierzchni terasy III Proсны spąg tej serii leży na głębokości 21-22 m (Rotnicki, Borówka, 1989, 1990).



Rys. 2. [Korelacja osadów terasy III z sandrem i formami fazy leszczyńskiej zlodowacenia vistulian (wg Rotnickiego 1966, 1987) i pozycja stratygraficzna warstwy torfowej górnego pleni-vistulianu z Macewa (wg Rotnickiego i Borówki, 1989, 1990). 1 - zasięg lodolodu fazy leszczyńskiej, 2 - formy marginalne fazy leszczyńskiej zlodowacenia vistulian, 3 - sand fazy leszczyńskiej, 4 - osady terasy III Proсны, 5 - torf górnego pleni-vistulianu w Macewie

Fig. 2. Correlation between Prosna terrace III and marginal forms belonging to the Leszno Phase of the Vistulian Glaciation (acc. to Rotnicki 1966, 1987), and stratigraphic position of the Upper Pleni-Vistulian peat layer at Macew (acc. to Rotnicki & Borówka, 1989, 1990). 1 - ice-sheet extent line during the Leszno Phase, 2 - Leszno Phase marginal forms, 3 - Leszno Phase outwash plain, 4 - Prosna terrace III sediments, 5 - Upper Pleni-Vistulian peat at Macew



Rys. 3. Główne serie osadów wypełniających dolinę Prosny pod Macewem i metody ich datowania. 1 - osady pleni-vistulijskie starsze od 40,000 lat BP, 2 - osady pleni-vistulijskie fazy leszczyńskiej, 3 - osady pleni-vistulijskie fazy poznańskiej, 4 - osady późnovistulijskie i holocenijskie, 5 - bruk erozyjny, 6 - warstwy organogeniczne: torf i torf mułkowy, 7 - numeracja teras Prosny, 8 - odkrywki C-14, osady datowane radiowęglem, TL - osady datowane metodą termoluminescencji, MS - powierzchnie teras, których wiek względny określono za pomocą analizy morfostratygraficznej

Fig. 3. Main series of the Prosna valley alluvial fill at Macew and methods of their dating. 1 - pleni-Vistulian deposits older than 40,000 years BP, 2 - Pleni-Vistulian deposits of the Leszno Phase, 3 - Pleni-Vistulian deposits of the Poznań Phase, 4 - Late Vistulian and Holocene deposits, 5 - erosion pavement, 6 - organogenic layers: peat and peaty silt, 7 - numbers of the Prosna river terraces, 8 - sand pits, C-14: radiocarbon dating, TL - profiles dated by means of thermoluminescence method, MS - terrace surfaces which relative age has been established by means of morphostratigraphic analysis

Pierwsza z wymienionych metod, analiza morfostratygraficzna, pozwoliła powiązać terasę III Proсны z okresem maksymalnego zasięgu lądolodu fazy leszczyńskiej, natomiast datowanie radiowęglowe osadów leżących w spągu serii budującej tę terasę pozwoliło stwierdzić, że seria ta, więc i faza leszczyńska, jest młodszą od $20,500 \pm 500$ lat BP (Gd-2566).

LITOSTRATYGRAFIA OSADÓW FAZY LESZCZYŃSKIEJ

W profilu plenivistuljańskiego wypełnienia doliny dolnej Proсны pod Macewem (rys. 3 i 4) można wyróżnić trzy części:

1. Część dolna, starsza od $37,400 \pm 2200$ lat BP (Gd-5474); leży ona w spągu wypełnienia usytuowanego pod dzisiejszą równiną zalewową zbudowaną z osadów holocenckich. Tę część profilu budują w dolnej części piasek i żwir, a w górnej mułki piaszczyste i mułki.

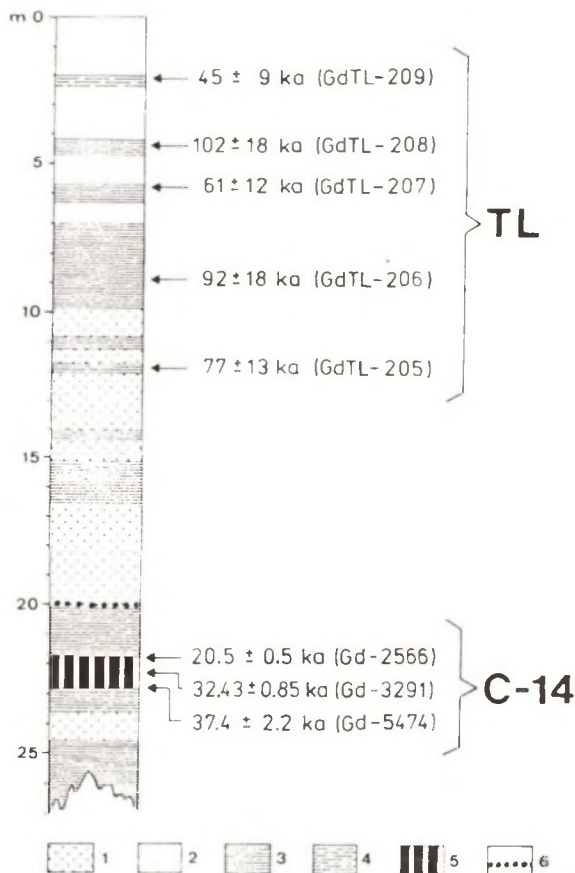
2. Część środkowa, którą tworzą warstwy organogeniczne zbudowane z mułki torfiastego i torfu o łącznej miąższości około 1.0-1.1 m. Dla trzech pobranych od spągu do stropu warstw organogenicznych uzyskano w kolejności następujące daty radiowęglowe: $37,400 \pm 2200$ lat BP (Gd-5474), $32,430 \pm 850$ lat BP (Gd-3291) i w stropie $20,500 \pm 500$ lat BP (Gd-2566).

3. Część stropowa, młodszą od $20,500 \pm 500$ lat BP, związana z fazą leszczyńską, występująca w zachodniej części przekroju geologicznego. Jej miąższość wynosi 19-20 m. Można w niej wyróżnić trzy odmienne poziomy litostratygraficzne:

a) poziom spagowy o miąższości około 10 m tworzą poziomo warstwowane i występujące na przemian piaski grube, średnie i drobne. Niekiedy występują wśród nich warstwy mułków i mułków piaszczystych,

b) poziom środkowy, o miąższości 3.5 m, zbudowany z delikatnie laminowanych i występujących na przemian mułków i piasków bardzo drobnych facji pozakorytowej,

c) poziom stropowy o miąższości 6.0-6.5. Tworzą go piaski średnie i drobne, w których przeważa warstwowanie tabularne, a jedynie w niektórych miejscach spotyka się warstwowanie przekątne małoskalowe. Poziom ten zawiera dwa półmetrowej miąższości przewarstwienia delikatnie laminowanych mułków.



Rys. 4. Syntetyczny profil osadów plenivistuliańskich w Macewie i wyniki datowań radiowęglowych i termoluminescencyjnych. 1 - piasek różnoziarnisty, 2 - piasek średni i drobny, 3 - mułek, 4 - piasek mułkowy, 5 - torf i mułek torfiasty, 6 - bruk erozyjny

Fig. 4. Synthetic profile of the Pleni-Vistulian deposits at Macew dated by means of radiocarbon (C-14) and thermoluminescence methods (TL). 1 - varied-grained sand, 2 - medium and fine sand, 3 - silt, 4 - silty sand, 5 - peat and peaty silt, 6 - erosion pavement

Do datowania metodą termoluminescencyjną wybrano pięć warstw mułków piaszczystych z serii budującej terasę II Prosný, tzw. leszczyńską, młodszą od $20,500 \pm 500$ lat BP (Gd-2566).

PROCEDURA DATOWANIA TERMOLUMINESCENCYJNEGO

Wszystkie próbki poddano preparatyce wstępnej (Bluszcz, Pazdur, 1985), obejmującej wyznaczenie wilgotności osadu, suszenie i oddzielenie części przeznaczonej do pomiarów aktywności naturalnych izotopów promieniotwórczych U, Th i K. Z pozostałych części próbek wydzielono ziarna kwarcu o granulacji około 100 μm . W tym celu próbki traktowano kolejno, przez 48 godzin w temperaturze pokojowej, roztworami 4% HCl i 2% NaOH. Po wypłukaniu próbek wodą destylowaną i wysuszeniu, oddzielono na sitach ziarna o rozmiarach 90-100 i 100-125 μm . Następnie poddano trawieniu 40% roztworem stężonego HF przez 60 minut w temperaturze pokojowej. Otrzymano w ten sposób ziarna kwarcu, a dodatkowy efekt trawienia w HF - usunięcie zewnętrznej (o grubości kilkunastu μm) warstwy ziaren - uwzględniono w obliczeniach efektywnej mocy dawki pochłoniętej promieniowania jonizującego.

Do pomiarów radioaktywności osadów przygotowano porcje o masie około 300 g, wysuszone i zamknięte w pojemnikach typu Martinelli. Pomiary wykonano za pomocą wielokanałowego scyntylicyjnego spektrometru gamma i na ich podstawie wyliczono moce dawek promieniowania alfa, beta i gamma (wyrażone jako dawki roczne). Wartości rocznych dawek pochłoniętych przeliczono z kolei na efektywne moce dawek (DR), uwzględniając wilgotność próbek osadów i dawkę promieniowania kosmicznego.

Do pomiarów termoluminescencji (TL) użyto aparatury sterowanej przez mikrokomputer klasy IBM PC. W czasie pomiaru TL ziarna kwarcu były grzane ze stałą szybkością 10^oC/s od temperatury pokojowej do około 450^oC. Do wszystkich pomiarów odważano porcje ziaren o masie 5mg.

Dawkę równoważną (ED) wyznaczano metodą odtworzeniową przez dopasowanie do otrzymanych wyników wykładniczej funkcji wzrostu. Obliczenia powtarzano dla kolejnych przedziałów krzywych jarzenia TL w zakresie od 220^o do 450^oC. Na ich podstawie skonstruowano testy plateau i ustalono ostateczną wartość ED.

Wartość wieku TL (T) obliczono ze wzoru:

$$T = \frac{ED}{DR}.$$

Więcej szczegółów na temat preparatyki, technik pomiarowych i obliczeniowych można znaleźć w pracy Bluszcz, Kozarski i Nowaczyk (1993) w tym tomie.

WYNIKI I WNIOSKI

Dla wymienionych poniżej warstw mułków, których głębokość położenia określono w stosunku do powierzchni terasy III Proсны, uzyskano następujące daty TL (rys. 4):

- 2.0 - 2.2 m (rzędne: 109.0-108.8 m npm.) - wiek: 45 ± 9 ka (GdTL-209)
- 4.3 - 4.5 m (rzędne: 106.7-106.5 m npm.) - wiek: 102 ± 18 ka (GdTL-208)
- 5.7 - 5.9 m (rzędne: 105.3-105.1 m npm.) - wiek: 61 ± 12 ka (GdTL-207)
- 8.8 - 9.0 m (rzędne: 102.2-102.0 m npm.) - wiek: 92 ± 18 ka (GdTL-206)
- 11.7-11.9 m (rzędne: 99.3 - 99.1 m npm.) - wiek: 77 ± 13 ka (GdTL-205).

Sytuacja morfostratygraficzna i datowanie radiowęglowe mułków torfiastych leżących pod osadami budującymi III terasę Proсны pokazały wcześniej, że omawiana seria powstała podczas maksymalnego zasięgu lądolodu fazy leszczyńskiej i jest młodsza od $20,500 \pm 500$ lat (Gd-2566).

Jak widać z powyższego zestawienia wyników, datowania TL wskazują na całkowicie odmienny wiek tej serii. W świetle przedstawionych faktów należy stwierdzić, że w przypadku osadów rzecznych facji powodziowej fazy leszczyńskiej w Macewie, datowanie termoluminescencyjne błędnie określiło wiek tej serii.

LITERATURA

- Kozarski S., 1980, An outline of Vistulian stratigraphy and chronology of the Great Poland Lowland; Quaternary Studies in Poland, t. 2.
- Kozarski S., 1981, Stratygrafia i chronologia vistulianu Niziny Wielkopolskiej; PAN Oddz. w Poznaniu, seria Geografia, nr 6.
- Kozarski S., 1986, Skale czasu a rytm zdarzeń geomorfologicznych vistulianu na Niżu Polskim; Czasopismo Geograf., t. 57, nr 2.

- Kozarski S., 1991, Paleografia Polski w vistulianie, [w:] Starkel L. (red.), Geografia Polski - Środowisko Przyrodnicze, PWN, Warszawa.
- Rotnicki K., 1963, Zagadnienie zasięgu stadiałów leszczyńskiego i poznańskiego w południowo-wschodniej części Wysoczyzny Gnieźnieńskiej; Bad. Fizjograf. nad Polską Zach., t. 11,
- Rotnicki K., 1963b, Powiązanie poziomów terasowych Proсны z sandrami ostatniego zlodowacenia w Kotlinie Pызdrskiej; Spraw. Pozn. Tow. Przyj. Nauk za III i IV kw. 1963 r, Poznań.
- Rotnicki K., 1966, Rzeźba Wzgórz Ostrzeszowskich jako rezultat rozwoju stoku podczas Wurm; Prace Kom. Geogr.-Geol. Pozn. Tow. Przyj. Nauk, t. 5, nr 2.
- Rotnicki K., 1974, Pozycja chronologiczna faz erozji w dolinie Proсны po okresie maksymalnego zasięgu zlodowacenia bałtyckiego; [w] Krajowe sympozjumnt. Rozwój den dolinnych..., Wrocław-Poznań, 1974, Streszczenie komunikatów i referatów.
- Rotnicki K., 1987, Main phases of erosion and accumulation in the Proсны valley in the last glacial-interglacial cycle; Geographia Polonica, t. 53,
- Rotnicki K., Borówka R. K., 1989, Osady górnego pleni-vistulianu w dolinie dolnej Proсны pod Macewem a wiek maksymalnego zasięgu ostatniego zlodowacenia podczas fazy leszczyńskiej; Bad. Fizjograf. nad Polską Zach., Ser. A, Geogr. Fiz., t. 40,
- Rotnicki K., Borówka R. K., 1990, New data on the age of the maximum advance of the Vistulian ice sheet during the Leszno Phase; Quaternary Studies in Poland, t. 9.

Wpłynęło do Redakcji: 10 maja 1992

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

Abstract

The TL datings have been carried out on samples of mud representing 5 layers of flood deposits in the series of river deposits building terrace III of the Proсны valley near Macew. The age of this series had been determined earlier using two methods: morphostratigraphic and radiocarbon dating. Using the morphostratigraphic analysis it was proved that the terrace III may be reliably correlated with the maximum limit of the Leszno Stadial of the last glaciation. Radiocarbon dating of the peat layer directly underlying the series indicate that its age, and simultaneously the age of the Leszno Phase, should be younger than $20,500 \pm 500$ years BP (Gd-2566; Figs 2 and 3). The five samples for TL dating have been collected from the following depths;

11.7-11.9 m, 8.8-9.0 m, 4.3-4.5 m, and 2.0-2.2 m. The corresponding TL dates are as follows: 1) 77 ± 13 ka (GdTL-205), 2) 92 ± 18 ka (GdTL-206), 3) 61 ± 12 ka (GdTL-207), 4) 102 ± 18 ka (GdTL-208), and 5) 45 ± 9 ka (GdTL-209). Comparison of TL dates with the results of the morphostratigraphic analysis and radiocarbon dating (Fig. 2, 3, and 4) show that the results of the TL method are much older than the age established by the other methods. It may be concluded that in the case of the described profile of river deposits the TL dating method determines their age incorrectly.