

GRANICA NEOGEN-CZWARTORZĘD W ŚWIETLE BADAŃ PALEONTOLOGICZNYCH

UKD 551.782.23/79:550.86'' - 02 000 000''

W celu zdefiniowania dolnej granicy czwartorzędu przyjęto stosować cztery niezależne kryteria (9): antropologiczne (najstarsze ślady działalności człowieka), paleontologiczne (najstarsze gatunki fauny *Equus-Leptobos-Elephas*, pierwsze pojawienie zimnolubnych mięczków), mikropaleontologiczne (pierwsze pojawienie zimnolubnych gatunków otwornic) oraz glaciologiczne (najstarsze zlodowacenia). Podstawowe znaczenie dla określenia granicy neogen - czwartorzęd mają badania paleontologiczne, w połączeniu z wynikami datowań radiometrycznych i magnetostratygrafia.

Spąg utworów czwartorzędowych ustalił w południowych Włoszech M. Gignoux (23), u podstawy piętra calabrian. Określał tym mianem utwory młodsze od pliocenu, charakteryzujące się pojawieniem małża *Arctica (Cyprina) islandica*. Międzynarodowy Kongres Geologiczny w Londynie (1948) za stratotyp granicy neogen - czwartorzęd uznał profil Le Castella w Kalabrii, a na następnym kongresie (Algeria, 1952) przyjęto calabrian za najstarsze piętro morskiego plejstocenu. Utwory tego piętra zalegają niezgodnie lub transgresywnie na osadach górnopliocenijskich (36). C. Emiliani i in. (21) wiązał początek czwartorzędu z pierwszym pojawieniem otwornicy *Hyalinea (Anomalia) balthica* w Le Castella. Pogląd ten podtrzymuje współcześnie K.V. Nikiforova (37), umieszczając granicę neogen - czwartorzęd w spągu warstwy turbidytowej, zawierającej faunę *Hyalinea balthica* i zimnolubne gatunki małżoraczków.

W okresie późniejszym za stratotyp piętra calabrian uznano profil Santa Maria di Catanzaro (6, 12, 47). G. Ruggieri (42) stwierdził występowanie *Hyalinea balthica* w utworach leżących poniżej spągu osadów odsłaniających się w Santa Maria di Catanzaro. W związku z powyższym, wiąże on granicę neogen - czwartorzęd w obszarze śródziemnomorskim z pierwszym pojawieniem *Arctica islandica*.

L.A. Smith (48) wykazał, iż większa część profilu Le Castella należy do piętra emilian, a jego część najwyższą powiązał z piętrem sicilian. Emilian skorelowano następnie z morskim piętrem interglacialnym aftonian, w Ameryce Północnej (9). Piętro sicilian odpowiada faunistycznemu piętru cromerian w Europie północno-zachodniej (1, 14), którego spąg wiąże się z granicą epok paleomagnetycznych Brunhes-Matuyama, tj. 0,69 mln lat BP (50).

Wyniki najnowszych badań paleontologicznych sprawiły, iż Kongres INQUA (Birmingham, 1977) za stratotyp granicy neogen - czwartorzęd uznał profil Vrica, po-

łożony 16 km na NE od Le Castella, a samą granicę określił na 2 mln lat BP. Najstarsze piętro czwartorzędu na tym obszarze otrzymało nazwę santernian (43). Obejmuje ono 424 m miąższości osady ilaste i ilasto-piaszczyste, zawierające faunę *Arctica islandica*. Trzy poprzednio wydzielane piętra (calabrian, emilian i sicilian) połączone w „nadpiętro” selinuntian.

J.D. Hays i W.A. Berggren (28) uważają, iż zjawiska wymierania lub pojawiania się określonych gatunków, służące za podstawę wyznaczenia omawianej granicy, wiąże się z epizodem magnetycznym Olduvai (= Gilsa), tj. 1,8 - 1,95 mln lat BP, w obrębie epoki Matuyama. W.A. Berggren i in. (10) ustala dolną granicę czwartorzędu na 1,85 mln lat BP, wiążąc ją z pierwszym pojawieniem otwornicy *Globorotalia truncatulinoides*. Podobne stanowisko zajmują W.B.F. Ryan i in. (44) i M.B. Cita (17).

Wiek epizodu Olduvai, ustalony datowaniami metodą K-Ar bazaltów i tufów „warstw 1”, ze szczątkami *Homo habilis* w Wąwozie Olduvai (Afryka Wschodnia), określono na 1,6 - 1,9 lub 1,7 - 1,75 mln lat BP (32, 26). Ostatnio, większość autorów przyjmuje datę 1,79 - 1,81 mln lat BP (10, 25, 38, 45, 37, 15).

Jednym z kryteriów ustalenia granicy neogen - czwartorzęd jest zjawisko wymierania gatunku *Discoaster brouweri* (27, 28), wiążące się również z epizodem Olduvai. Potwierdzają to analizy profili wierceń z równikowej części Pacyfiku (29), Morza Filipińskiego (49) oraz w Le Castella (49, 9). W utworach piętra calabrian, w Le Castella zaznacza się ponadto masowy rozwój nannoplanktonu wapiennego, zwłaszcza *Gephyrocapsa caribbeanica*. *Gephyrocapsa caribbeanica* i *Discoaster brouweri* pojawiają się w profilach wierceń głębokomorskich w przedziale wiekowym 1,6 - 2 mln lat BP (2). W tym samym czasie (1,82 mln lat) zachodzi wymieranie *Globigerinoides obliqua* (9, 28). Potwierdzają to obserwacje M.L. Colalongo (18) oraz L. Dondiego i I. Papettiego (20) z Apeninów i doliny Padu.

Pierwsze pojawienie *Gephyrocapsa* spp. zaznacza się 50 m poniżej spągu calabrianu w Le Castella, ale okazy tego gatunku występują obficie dopiero w samym calabrianie (49, 5). Poziom wymierania rodzaju *Discoaster* wiąże się ze schyłkiem epizodu Olduvai (38). *Globorotalia truncatulinoides* pojawia się po raz pierwszy nieco powyżej (6) lub nieco poniżej (31) spągu piętra calabrian. W ujęciu E. Martiniego (34) granica neogen - czwartorzęd wiąże się z pierwszym pojawieniem *Pseudoemiliania lacunosa*, w poziomie NN 19. Również do tej granicy dowiązuje spąg

strefy otwornicowej N.22 – *Globorotalia truncatulinoides truncatulinoides* (12, 8). H.M. Bolli i I. Premoli-Silva (13) dolną granicę czwartorzędu odnoszą do pierwszego pojawienia otwornicy *Globorotalia crassoformis viola*.

W utworach lądowego czwartorzędu północnych Włoch, w obrębie piętra villafranchian A. Azzaroli (2, 3) wydzielił 6 stref faunistycznych: Triversa, Montopoli, Saint Vallier, Olivola, Tasso i Farneta, umieszczając granicę neogen – czwartorzęd pomiędzy strefami Montopoli i St. Vallier. Nie zgadza się to z radiometrycznymi datowaniami spągu morskiego plejstocenu.

Badania C. Emilianiego i in. (21) nad przebiegiem paleotemperatur w profilu Le Castella wykazały ogólne ochłodzenie na granicy neogen – czwartorzęd (spadek temperatury wód powierzchniowych od 23–25°C w późnym pliocenie do 15°C w piętrze calabrian). F. Lona (33) wydzielił w obszarze śródziemnomorskim późnoplioceńską chłodną fazę klimatyczną arquatian. Badania paleobotaniczne jeziornych lignitów w Val d'Arno, w okolicach Bastardo, w rejonie Leffe (południowe Włochy) oraz w dolinie Rodanu wykazały obecność ciepłolubnej flory w dolnym Villafranchianie (52).

J.H. Beard i J.L. Lamb (7) sugerują, iż granica neogen – czwartorzęd w Zatoce Meksykańskiej wiąże się z pierwszymi wskaźnikami ochłodzenia klimatu, czyli wymarciem ciepłolubnych gatunków *Globoquadrina altispira* i pojawieniem się zimnolubnej *Globorotalia inflata*. Miało to miejsce z początkiem epizodu magnetycznego Kaena (2,8 mln lat BP), w epoce Gauss. Wymieniona data może jednocześnie stanowić początek piętra nebraskan w środowisku morskim (7, 39). Jednakże większość dotychczasowych badań wskazuje, iż na granicy neogen – czwartorzęd nie zaznaczyła się istotna zmiana klimatu (29, 41, 9). Dowodzą tego również studia nad rozwojem zlodowaceń.

Wzrost lodowców na półkuli południowej rozpoczął się około 4 mln lat temu. Zlodowacenie Patagonii datuje się na 3,5 mln lat (35), a zlodowacenie Andów – ponad 2 mln lat (35, 22). Na półkuli północnej zlodowacenie Sierra Nevada przypada w okresie 2,7–3,1 mln lat BP, zlodowacenie Nebraskan 1,5 mln, a zlodowacenie Islandii i Grenlandii – 3,2 mln lat (22). Najstarsze zlodowacenie alpejskie – Biber, odpowiadające wiekowi holenderskiemu piętru praetigian, określa się na 2,5 (9) lub 3 mln lat BP (50). R. Sell (47) datuje granicę neogen – czwartorzęd na 1,82 mln lat, określając zarazem początek „części glacialnej” czwartorzędu na 0,82 mln lat BP.

Dla sprecyzowania granicy dolnego czwartorzędu, W.H. Zagwijn (54) proponuje stosowanie „teorii modeli”. W jej ujęciu, spąg czwartorzędu ma odpowiadać najwcześniejszej z serii granic pomiędzy glacialami i interglacialami, zdefiniowanymi metodami paleoklimatycznymi. W Europie północno-zachodniej początek czwartorzędu wiąże się ze spągiem piętra eburon w Holandii, weyburn crag, norwich crag oraz baventian w Wielkiej Brytanii oraz donau w Alpach (9, 15, 50, 54). Początek eburonu określa W.H. Zagwijn (54) na 1,6 mln lat BP.

W europejskiej części ZSRR, granica neogen – czwartorzęd odpowiada początkowi piętra odessan, wiązane z pierwszym pojawieniem ssaka *Archidiskodon meridionalis* oraz słodkowodnego mięczaka *Unio apsheronicus*. Według podziału klimatostatygraficznego, granica ta wyznacza spąg piętra apsheronian (37). Na Syberii początek czwartorzędu przyjęto wiązać ze spągiem poziomu klimatostatygraficznego Kotchkov, w obrębie piętra barnaulskiego (53), datowanego na 1,8 mln lat BP, a na Kamczatce – ze spągiem warstw Tusatuvaya, odpowiadających wulkanicznemu kompleksowi Tumrok (37).

W północnych Chinach granicę neogen – czwartorzęd odnosi się do spągu piętra faunistycznego nihowan, w wyższej części formacji Wucheng-Huangtu, na Tajwanie – do spągu formacji Tonkoshan, na Jawie – do wyższej części formacji Kalibeng, a w Indiach – do spągu poziomu Piniur w obrębie formacji Siwaliku (37).

Na Nowej Zelandii, początek czwartorzędu w ujęciu A.G. Beu (11) przypada na spąg piętra nukumaruan, natomiast I. Devereaux i in. (19) umieszcza granicę w spągu piętra hautawan. Granica wyznaczona na podstawie danych paleontologicznych mieści się w piętrze hautawan (30), natomiast dane paleoklimatyczne wskazują na późnoplioceńskie piętro waipian (2,5 mln lat BP). P. Vella (51) stawia ją pomiędzy piętrami mangapanian i nukumaruan, w obrębie serii Wanganui (1,7–1,95 mln lat), a D. Bukry (16) wiąże ją z piętrzem pintan (1,7 mln lat), gdzie po raz pierwszy pojawia się *Coccolithus doronicoides*. W Australii spąg morskiego czwartorzędu wyznacza kompleks Werrikoian (24).

W Ameryce Północnej za najstarsze piętro czwartorzędu uznano nebraskan, wydatowany radiometrycznie na podstawie badań tufów z rejonu Yellowstone na 1,5 mln lat BP (40). W Kalifornii, nebraskanowi odpowiada piętro wheelerian (4). W Ameryce Południowej (Argentyna), granicę neogen – czwartorzęd wyznacza spąg kompleksu Uquian (37).

Obecnie prowadzone są prace w ramach Projektu nr 41IGCP, dotyczące korelacji utworów czwartorzędowych w skali globalnej oraz precyzyjnego zdefiniowania profilu stratotypowego granicy neogen – czwartorzęd.

L I T E R A T U R A

1. A m b r o s e t t i P. – Cromerian fauna of the Rome area. Quaternaria 1967 nr 9.
2. A z z a r o l i A. – Villafranchian correlations based on large mammals. G. Geol. 1970 nr 35 (2).
3. A z z a r o l i A. – The Villafranchian Stage in Italy and the Plio-Pleistocene boundary. II Symp. IGCP Work. Group “N/Q Boundary”, Sci. Paper 1975, Bologna.
4. B a n d y O. L. – The Plio-Pleistocene boundary, Europe and California and the paleomagnetic scale. Intern. Colloq. Problem “The Boundary between Neogene and Quaternary”, I (1) 1972, Moscow.
5. B a n d y O. L., W i l c o x o n J. A. – The Pliocene-Pleistocene boundary, Italy and California. Geol. Soc. Am. Bull. 1970 nr 81.
6. B a y l i s s D. – The distribution of *Hyalinea balthica* and *Globorotalia truncatulinoides* in the type Calabrian. Lethaia, 1969 nr 2.
7. B e a r d J. H., L a m b J. L. – The lower limit of the Pliocene and Pleistocene in the Caribbean and Gulf of Mexico. Trans. Gulf Coast Assoc. Geol. Soc. 1968 nr 18.
8. B e r g g r e n W. A. – The Pliocene time-scale: calibration of planktonic foraminiferal zones and calcareous nannoplankton zones. Nature, 1973 nr 243.
9. B e r g g r e n W. A., V a n C o u v e r i n g J. A. – The Late Neogene. Elsevier Sci. Publ. Comp., Amsterdam 1974.
10. B e r g g r e n W. A. i in. – Late Pliocene-Pleistocene stratigraphy in deep-sea cores from the south-central North Atlantic. Nature 1967 nr 216.
11. B e u A. G. – Index of macrofossils and New Zealand Pliocene and lower Pleistocene time-stratigraphy. NZ Jour. Geol. Geoph. 1969 nr 12.

12. Blow W. H. — Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy [W:] P. Brönnimann, H.H. Renz (eds), Proc. Intern. Conf. Planktonic Microfossils, 1st. Leiden 1969.
13. Bolli H. M., Premoli-Silva I. — Oligocene to Recent planktonic foraminifera and stratigraphy of the Leg 15 sites in the Caribbean Sea [W:] N.T. Edgar, J. Saunders (eds), Initial Rep. DSDP, 15, US Gov. Print. Office, Washington, D. C. 1973.
14. Bonadonna F. P. — Studi sul Pleistocene del Lazio, 5, Mem. Soc. Geol. Ital. 1968 nr 7 (2).
15. Bowen D. Q. — Quaternary Geology. Pergamon Press, London 1978.
16. Bukry D. — New Miocene to Holocene stages in the ocean basins based on calcareous nannoplankton zones [W:] T. Saito, L.H. Burckle (eds), Late Neogene Epoch Boundaries. Am. Mus. Nat. Hist., New York 1975
17. Cita M. B. — The Miocene/Pliocene boundary: history and definition. Ibidem.
18. Colalongo M. L. — Cenozona a foraminiferi ed ostracodi nel Pliocene e basso Pleistocene della serie del Santerno e basso Pleistocene della serie del Santerno e dell'Appennino Romagnolo. G. Geol. 1968 nr 35 (3).
19. Devereux I. in. — Pliocene and Early Pleistocene sea temperature fluctuations, Mangaopari stream, New Zealand. Earth Planet. Sci. Lett. 1970 nr 8.
20. Dondi L., Papetti I. — Biostratigraphical zones of Po Valley Pliocene. C.M.N.S. Proc. IV Sess., G. Geol. 1968 nr 35 (3).
21. Emiliani C. in. — Paleotemperature analysis of the Plio-Pleistocene section at le Castella, Calabria, southern Italy. Geol. Soc. Am. Bull. 1961 nr 72.
22. Frakes L. A. — Climates throughout geologic time. Elsevier Sci. Publ. Comp., Amsterdam 1979.
23. Gignoux M. — Sur la classification du Pliocene et du Quaternaire de l'Italie du Sud. C. R. Acad. Sci. Paris 1910 nr 150.
24. Gill E. D. — The Pliocene-Pleistocene boundary in Australia. Intern. Geol. Congr., 20th, Mexico, Sec. 7, 1961.
25. Glass B. in. — Geomagnetic reversals and Pleistocene chronology. Nature 1967 nr 216.
26. Grommé C. S., Hay R. L. — Geomagnetic polarity epochs: new data from Olduvai Gorge, Tanganyika. Earth Planet. Sci. Lett. 1967 nr 2.
27. Hay W. W. in. — Calcareous nannoplankton zonation of the Cenozoic of the Gulf Coast and Caribbean-Antillean area and transoceanic correlation. Trans. Gulf Coast Assoc. Geol. Soc. 1967 nr 17.
28. Hays J. D., Berggren W. A. — Quaternary boundary and correlations [W:] B.M. Funnell, W.R. Riedel (eds), Micropaleontology of the oceans Cambridge Univ. Press, Cambridge 1971.
29. Hays J. D. in. — Pliocene-Pleistocene sediments of the equatorial Pacific — their paleomagnetic, biostratigraphic and climatic record. Geol. Soc. Am. Bull. 1969 nr 80.
30. Kennett J. P. in. — Paleomagnetic chronology of Pliocene-Early Pleistocene climates and the Plio-Pleistocene boundary in New Zealand. Science 1971 nr 171.
31. Lamb J. L. — Planktonic foraminiferal datums and late Neogene epoch boundaries in the Mediterranean, Caribbean and Gulf of Mexico. Trans. Gulf Coast Assoc. Geol. Soc. 1969 nr 19.
32. Leakey M. D. — Olduvai Gorge, 3. Cambridge Univ. Press, Cambridge 1971.
33. Lona F. — Floristic and glaciologic sequence (from Donau to Mindel) in a complete diagram of the Leffe deposit. Geobot. Inst. Rubel (Zürich), Ber. 1963 nr 34.
34. Martini E. — Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation [W:] A. Farinacci (ed), Proc. Planktonic Conf. 2nd, Rome 1971.
35. Mercer J. H. in. — Glaciation in southern Argentina before 3.6 m.y. ago and origin of the Patagonian gravels. Geol. Soc. Am. Ann. Meet., Abstr. 1972 nr 4 (7).
36. Migliorini C. — The Pliocene-Pleistocene boundary in Italy. Proc. Intern. Geol. Congr. 18th, London, 9, 1950.
37. Nikiforova K. V. — The status of the boundary between the Pliocene and Quaternary. Proc. 1st Intern. Congr. Pacific Neogene Stratigr. Tokyo 1977.
38. Phillips J. D. in. — Paleomagnetic stratigraphy and micropaleontology of three deep-sea cores from the south-central North Atlantic. Earth Planet. Sci. Lett. 1968 nr 4 (2).
39. Poag C. W. — Correlation of Early Quaternary events in the U.S. Gulf Coast. Quatern. Res. 1972 nr 2.
40. Richmond G. M. — A partial Quaternary chronology from Yellowstone National Park. Rep. no. 2 "Quatern. Glac. North. Hemisphere", IGCP, Prague 1975.
41. Ruddiman W. F. — Pleistocene sedimentation in the equatorial Atlantic: stratigraphy and faunal paleoclimatology. Geol. Soc. Am. Bull. 1971 nr 82.
42. Ruggieri G. — Calabrian e Siciliano nei dintorni di Palermo. Riv. Min. Sicil. 1971 nr 22 (130-132).
43. Ruggieri G., Sprovieri R. — A revision of Italian Pleistocene stratigraphy. Geol. Romana 1977 nr 16.
44. Ryan W. B. F. in. — Initial Reports of the DSDP Project, Leg 13. US Gov. Print. Office, Washington, D. C. 1973.
45. Saito T., Burckle L., Hays J. D. — Micropaleontologic and paleomagnetic data on the Miocene/Pliocene boundary [W:] T. Saito, L. Burckle (eds), Late Neogene Epoch Boundaries. Am. Mus. Nat. Hist., New York 1975.
46. Selli R. — The Pliocene-Pleistocene boundary in Italian marine section and its relationships to continental stratigraphies [W:] M. Sears (ed), Progress in Oceanography, 4, Pergamon, Oxford 1967.
47. Selli R. — Calabrian. G. Geol. 1971 nr 37 (2)
48. Smith L. A. — Pleistocene disconformities from the stratotype of the Calabrian Stage and the section at Le Castella, Italy. Trans. Gulf Coast Assoc. Geol. Soc. 1969 nr 19.
49. Takayama T. — The Pliocene-Pleistocene boundary in the Lamont core V21-98 and at Le Castella, Italy. J. Mar. Geol. 1970 nr 7 (2).
50. Van Montfrans H. M. — Paleomagnetic dating in the North Sea Basin. Earth Planet. Sci. Lett. 1971 nr 11.
51. Vella P. — The boundaries of the Pliocene in New Zealand [W:] T. Saito, L.H. Burckle (eds), Late Neogene Epoch Boundaries. Am. Mus. Nat. Hist., New York 1975.
52. Venzo S. — New data on the Pliocene-Pleistocene boundary in northern Italy [W:] R.B. Morrison, H.E. Wright jr. (eds), Means of Correlation of Quaternary Successions. Proc. INQUA Congr., 7th, Princeton 1968.

53. Volkova V. S. — Climatic fluctuations and landscapes of West Siberia in the Quaternary period based on palynological and geological data. Rep. no. 2 "Quatern. Glac. North. Hemisphere", IGCP, Prague 1979.
54. Zagwijn W. H. — A model theory for the Plio-Pleistocene boundary determination [W:] T. Saito, L. Burckle (eds), Late Neogene Epoch Boundaries. Am. Mus. Nat. Hist., New York 1975.

S U M M A R Y

The paper presents selected problems connected with delineation of the Neogene-Quaternary boundary with the use of paleontological methods. Major criteria used for

that purpose are discussed. The boundary is nowadays drawn at the base of rocks of the Santernian Stage, cropping out at Vrica, southern Italy, and it is dated at about 2 m.y. BP.

Р Е З Ю М Е

В работе представлено несколько проблем касающихся позиции границы неоген-антропоген. Главными критериями разрешающими установить начало антропогена и его стратотип являются палеонтологические методы. Новейшие исследования устанавливают эту границу 2 млн лет тому назад, в начале Сантерняна, в южной Италии.