

ΣΧΕΣΗ ΗΛΙΑΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ, ΠΑΛΑΙΟΚΛΙΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΡΑΔΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ

Ι. Λυριτζής¹

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία οχτώ (8) χρόνια μετρήθηκαν αρκετές εκατοντάδες δειγμάτων από γεωτρήσεις θαλάσσιων ιζημάτων (Αιγαίο, Ιόνιο, Εύξεινος) αλλά και λιμναίων ιζημάτων (lac du Bouchet, France, Merfelder Maar, Germany), σ' ότι αφορά την φυσική ραδιενέργεια άλφα (πυρήνες ηλίου) και βήτα (ηλεκτρόνια). Η μεταβολή της ραδιενέργειας κατά βάθος/χρόνο παρουσιάζει αξιοσημείωτα χαρακτηριστικά. Ερμηνεύεται το φαινόμενο της μεταβολής της ραδιενέργειας στην επιλεκτική (απο καθαρά γεωχημικούς λόγους) μεταφορά (διαφοροποίηση) των φυσικών ραδιοϊσοτόπων ουρανίου (U-238), θορίου (Th-232), και Καλίου (K-40), και εναπόθεσή τους. Ο βαθμός διάβρωσης και αποσπάρθρωσης των επιφανειακών πετρωμάτων εξαρτάται, μεταξύ των άλλων παραγόντων (φυσικών, χημικών, βιολογικών) κυρίως από το κλίμα (θερμοκρασία, υετός). Μελέτες έχουν δείξει ότι το κλίμα στο παρελθόν (παλαιοκλίμα) οδηγείται από τις κινήσεις της Γης (π.χ. τροχιακές παράμετροι, θεωρία Milankovitch), αλλά και από τις διακυμάνσεις σωματιδιακής ροής και μαγνητικών πεδίων της ηλιακής δραστηριότητας.

Από τα ανωτέρω συμπεραίνουμε ότι: 1) βασιζόμενοι στο μηχανισμό αλληλεπίδρασης στο τρίπτυχο σύστημα: Ήλιος-Ατμόσφαιρα-Γη, προσφέρουμε μια πιθανή ερμηνεία στις μεταβολές της ραδιενέργειας στα θαλάσσια ιζήματα, 2) αναγνωρίζουμε δραστικές μεταβολές στη ραδιενέργεια των ιζημάτων οφειλόμενα σε γνωστά γεωλογικά επεισόδια (π.χ. έναρξη Ολοκαίνου), 3) σχηματίζουμε μία νέα χρονοστρωματογραφική κλίμακα χωρίς την χρονολόγηση των στρωμάτων με γνωστές μεθόδους άλλου βάσει των μεταβολών της ραδιενέργειας κατά βάθος.

ABSTRACT

During the last eight years several hundred of sediment samples derived from marine cores (aegean sea, Ionian sea, Euxinos Pontus) but lakes too (lac du Bouchet, France, Merfelder Maar, Germany), were measured for their alpha (particles) and beta (electrons) radioactivity. The variation of radioactivity as a function of time/depth exhibits worth noticed features.

This variation is explained as due to the selective (from purely geochemical causes) differentiation of natural radioisotopes of uranium-238, thorium-232 and potassium-40, during transport and deposition. The degree of weathering and erosion of surficial rock mosaic depends, amongst other factors (physical, chemical, and biological), predominantly upon climate (temperature, precipitation).

Earlier work has argued that the past climate (paleoclimate) is lead by Earth's movements (orbital parameters, Milankovitch theory), but also from fluctuations of solar wind streamers and accompanied magnetic fields of the solar activity.

It is concluded that: 1) based upon the interactive mechanism of the triple system: Sun-Atmosphere-Earth, a causative interpretation in the sediment radioactivity variation is offered, 2) drastic variations in the radioactivity are recognized as due to known geological episodes (e.g. beginning of the Holocene) occurred in well known ages, thus, 3) a novel chronostratigraphic scale is made for the dating of sediments, based on the sediment radioactivity variation reference curves.

¹ Τμήμα Μεσογειακών Σπουδών, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Χρησιμοποιήθηκαν δύο μευρητικές συσκευές ραδιενέργειας: α) βήτα φασματόμετρο, δηλ. σπινθηριστής βήτα σωματιδίων (πλαστικός ανιχνευτής NE 102A), πάχους 20mm και διαμέτρου 50mm. Το υπόστρωμα θορύβου ήταν 280 ± 3 παλμοί/1000 δευτερολ., και το τελικό σφάλμα στις μετρήσεις $\pm 3\%$. Το σύστημα βαθμονομήθηκε κατάλληλα με υλικά αναφοράς και φυσικά υλικά διαφορετικού ενεργού ατομικού αριθμού, Z (Galloway and Liritzis, 1991), β) σπινθηριστές ZnS(Ag), και ενίσχυση του οπτικού σήματος με φωτοπολλαπλασιαστή και προενισχυτή. Η βαθμονόμηση έγινε με υλικά αναφοράς (Liritzis and Galloway, 1992). Το τελικό σφάλμα στις μετρήσεις είναι $\pm 5\%$.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η μεταβολή της ραδιενέργειας των άλφα και βήτα σωματιδίων συναρτήσει του βάθους/χρόνου δίδεται στα σχήματα 1-4 για ορισμένες χαρακτηριστικές περιπτώσεις. Συγκεκριμένα, τα Σχ.1 και 2, με μετρήσεις άλφα και βήτα σωματιδίων, αναφέρονται σε δύο πυρήνες T18 και T21 από το Αιγαίο, το Σχ.3 βήτα σωματίδια από τη λίμνη Meerfelder Maar, της Γερμανίας, και το Σχ.4 άλφα σωματίδια από τη λίμνη Bouchet Γαλλίας για δύο διαφορετικούς πυρήνες της λίμνης (Galloway, 1995,1999; Liritzis et al., 1999; Λυριτζής κ.α., 1997).

Διαπιστώσαμε ότι οι μεταβολές αναγνωρίζονται με ταυτόχρονα γνωστά κλιματικά επεισόδια. που τα διακρίνουμε με τα γράμματα της αλφαβήτου α, β, γ, δ. Μία χαρακτηριστική κλίση της μεταβολής λαμβάνει χώρα κατά την έναρξη του Ολοκαίνου περίπου 10.000 χρόνια πριν. Άλλες έντονες μεταβολές αναγνωρίζουμε με τις παλαιοκλιματικές φάσεις της, α) Sub-Atlantic /Sub-Boreal, 3.000-4.500 χρόνια πριν, β) το B, ελάχιστο ως ήπιος παγετώνας. Στη μετάβαση A/B παρατηρείται αύξηση εισροής ιζημάτων, δηλ. υψηλή ιζηματογένεση σε σύντομο χρονικό διάστημα, γ) το Γ είναι η Boreal με κλιματικές συνθήκες δροσερού/υγρού, δ) και το Δ σημείο ως preboreal/Young dryas επεισόδιο(ψυχρό/άνυδρο) (Λυριτζής κ.α., 1997, Liritzis et al., 1994).

Παρατηρούμε επίσης, ότι κατά την διάρκεια θερμού κλίματος η ραδιενέργεια είναι υψηλή, ενώ στις ψυχρές περιόδους η ραδιενέργεια είναι χαμηλή.

Ώστε, η εκπεμπόμενη ενέργεια (ραδιενέργεια) από τα ουράνιο, θόριο, κάλιο, μεταβάλλεται με το βάθος, ανάλογα του ραδιοϊσοτοπικού περιεχομένου του αντιστοίχου στρώματος απόθεσης. Δηλαδή, η μεταβολή της ραδιενέργειας ανά στρώμα (ιζηματοφόρο ορίζοντα) είναι μέτρο του ραδιοϊσοτοπικού περιεχομένου και κατ' αντίστροφο τρόπο, ανάλογος του παλαιοκλίματος, το οποίο με τη σειρά του, όπως αναφέραμε στην εισαγωγή, φαίνεται να ακολουθεί ηλιακές και πλανητικές γενικά επιδράσεις στην ατμόσφαιρα και περιστροφή της Γης (Liritzis and Fairbridge, 1998).

Ο σχηματισμός τέτοιων διαγραμμμάτων αναφοράς σε περιοχές όπως ο Εύξεινος Πόντος, το Αιγαίο πέλαγος ή λίμνες χρησιμεύουν εκτός του παλαιοκλιματικού ενδιαφέροντος, στην χρονολόγηση ιζηματοφόρων στρωμάτων. Τοιουτοτρόπως, δημιουργούμε μία νέα ακριβή μέθοδο χρονοστρωματογραφίας. Οι μετρήσεις εκτελούνται σε σύντομο χρονικό διάστημα, είναι οικονομικά συμφέρουσες και αποτιλούν χρήσιμες πληροφορίες στην παλαιογεωγραφία, στις γεωεπιστήμες και τη θαλάσσια γεωλογία.

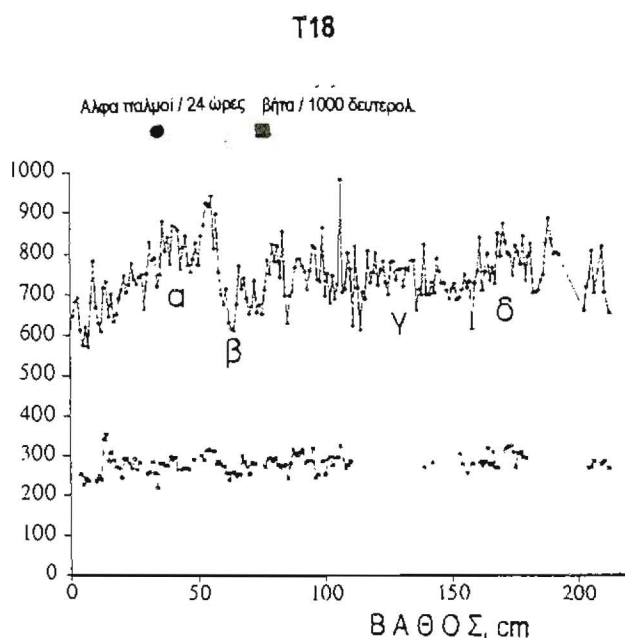
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Με τη μεταβολή της ραδιενέργειας σε θαλάσσια ή λιμναία ιζήματα τον τελευταίο παγετώνα, αναγνωρίζονται διακριτά παλαιοκλιματικά επεισόδια, και εισάγεται νέα μέθοδος χρονοστρωματογραφίας. Αποτελέσματα από το Αιγαίο και Ιόνιο πέλαγος, λίμνες από τη Γαλλία και Γερμανία, καθώς και από βαθιά θάλασσα, δείχνουν ότι η νέα προσέγγιση επιβεβαιώνει την σχέση μεταξύ της ηλιακής δραστηριότητας και γήινων τροχιακών με το παλαιοκλίμα και τη διαφοροποίηση (επιλεκτική απόπλυση) των ισοτοπικών ορυκτών κατά την εναπόθεσή τους στον πυθμένα.

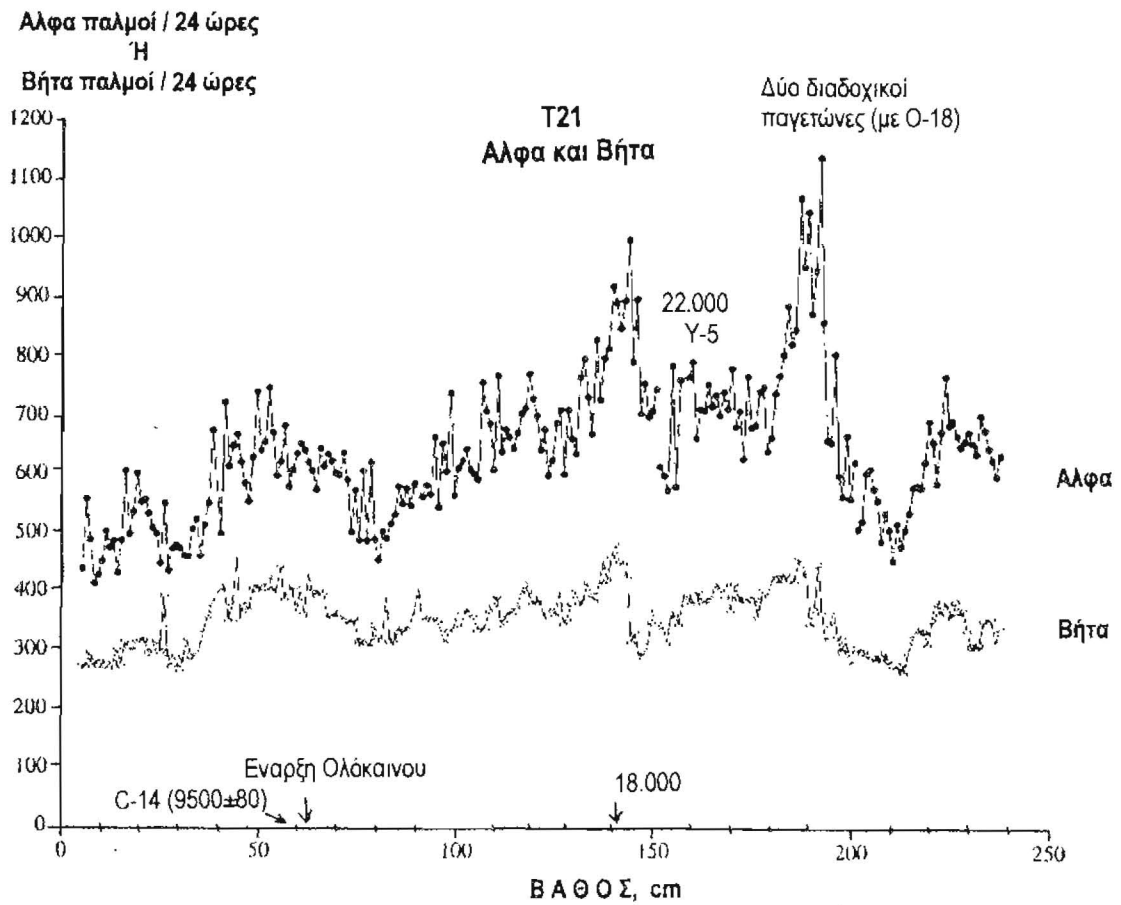
REFERENCES

- Berger A. (1988) Milankovitch theory and climate. *Reviews of geophysics*, 26 (4), 624-657.
 Bowen R. (1991) *Isotopes and climates*. London, Elsevier.
 Fairbridge R.W. and Sanders J.E. (1987) The Sun's orbit, AD 750-2050: Basis for new perspective on planetary dynamics and Earth/Moon linkag. In *climate: history, periodicity and predictability*. ed. Rampino M.R. et al., Van Nostrand Reinhold Co., NY, 446-471.
 Galloway R.B. and Liritzis I. (1991) Scattering correction in beta dosimetry by beta counting. *Nucl. Tracks Radiat. Meas.*, 18, 239-247.

- Galloway R.B (1999) Beta particle counting of sediments from lac du Bouchet and Meerfelder Maar. *Appl. Radiat. & Isotopes* (in press).
- Galloway R.B (1995) Radioactivity in a sediment core from Meerfelder Maar. *Nucl. Geophys.*, 9, 4, 353-356.
- Handbook of Geochemistry (1978) II-5, Elements Th, U. Wedepohl.K.L., (ed.), Berlin. Springer-Verlag.
- Ivanovich.M and Harmon R.S. (1982) Uranium series disequilibrium application to environmental problems in the Earth sciences. Oxford, Oxford University Press.
- Liritzis I. And Petropoulos B. (1987) Latitude dependence of auroral frequency in relation to solar-terrestrial and interplanetary parameters. *Earth, Moon, Planets*, 39,1, 75-91.
- Liritzis I. and Galloway R.B. (1992) A comparison of two techniques for the determination of the beta dose rate in ceramics for TL dating. *Nucl. Instr. Meth.* 192, 555-558.
- Liritzis I., Galloway R.B., Kovacheva M. and Kalcheva V.B. (1994) Influence of climate on the radioactivity of lake and sea sediments: first results. *Geophys. J. Int.*, 116, 683-687.
- Liritzis I. and Galloway R.B. (1995) Solar-Climatic effects on lake/marine sediment radioactivity variations. *Journal of Coastal Research*, Special Issue No. 17, 63-71.
- Liritzis I. and Grigori K. (1997) Astronomical forcing in cosmogenic Be-10 variation from east Antarctica coast; *Journal of Coastal Research*, 14(3), 1065-1073.
- Liritzis I. and Fairbridge R.W. (1998) Time-Series analysis of high resolution lake Saki varves: some astrochronological and climatic aspects. *Terra Nostra*, No.6, 76-81.
- Λυριτζής Ι., Galloway R.B., Λυκούσης Β., Χρόνης Γ., Αναγνώστου Γ. (1997) Νέα χρονοστρωματογραφική μέθοδος βασισμένη στη μεταβολή της ραδιενέργειας θαλασσίων ιζημάτων: αποτελέσματα από το Αιγαίο και το Ιόνιο πέλαγος. 5ο Παναλλήνιο Συνέδριο Ωκεανογραφίας, 431-434.



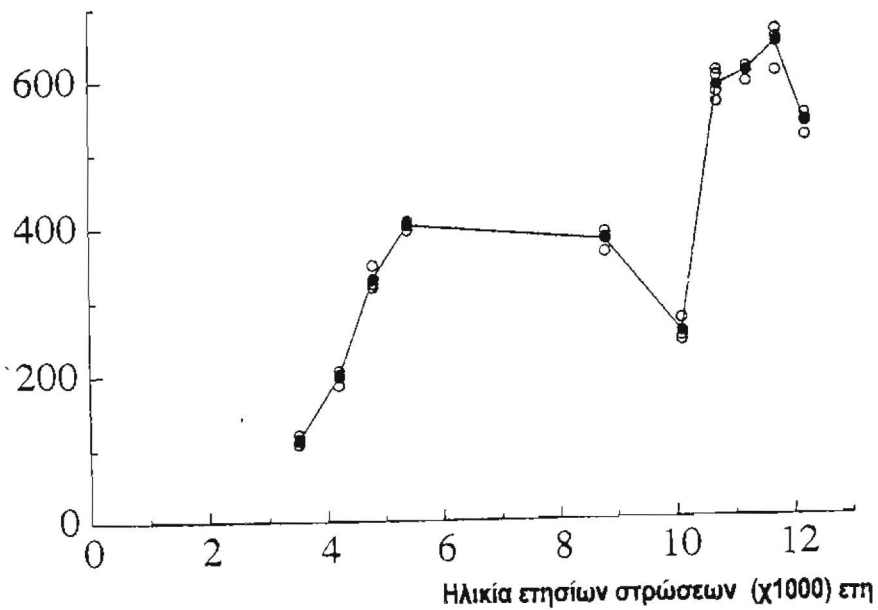
Σχ.1 Πυρήνας T18. Αλφα και βήτα ραδιενέργεια. Αναγνωρίζονται παλαιοκλιματικές φάσεις με τα α, β, γ, δ.



Σχ.2 Πυρήνας T21. Αλφα και βήτα ραδιενέργεια. Διακρίνονται παλαιοκλιματικοί δείκτες, και ανάλογη μεταβολή στα δύο γραφήματα.

ΛΙΜΝΗ MEERFELDER MAAR

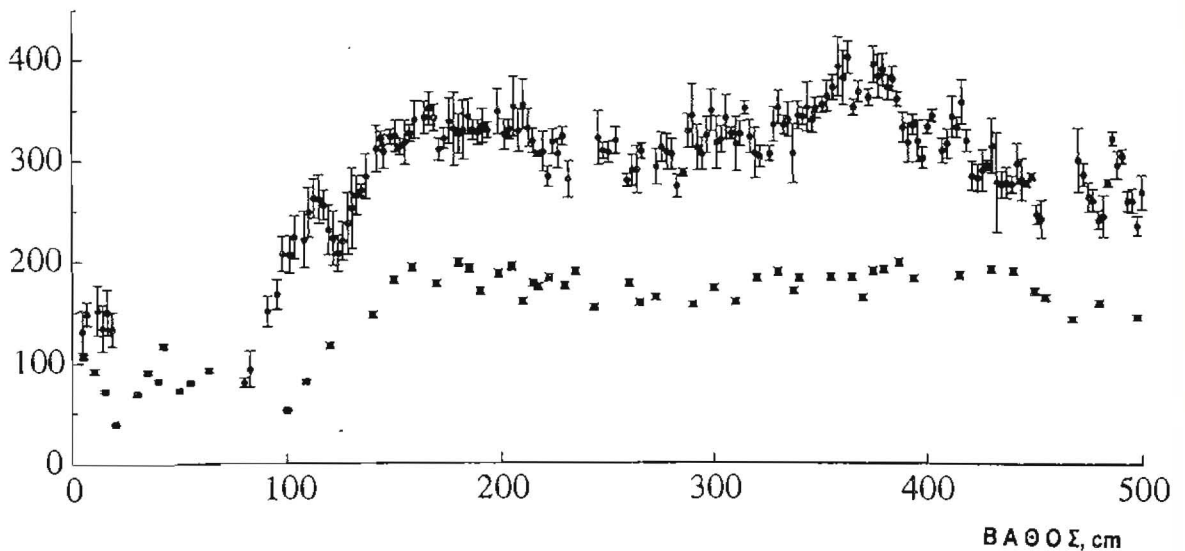
Βήτα παλμοί / 1000 δευτερολ.



Σχ.3 Μεταβολή βήτα ραδιενέργειας με τον χρόνο από τη λίμνη Meerfelder Maar, Γερμανίας. Διακρίνεται η δραστική μεταβολή γύρω στην έναρξη της Ολοκαίνου, όπως παρατηρείται σε όλους τους πυρήνες που μελετήσαμε.

ΛΙΜΝΗ BOUCHET

Αλφα παλμοί / 1000 δευτερολ.



Σχ.4 Μεταβολή αλφα ραδιενέργειας με το βάθος, από δύο διαφορετικούς πυρήνες από τη λίμνη Bouchet, Γαλλίας.