

ΦΑΣΕΙΣ ΑΠΟΘΕΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΓΕΝΕΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΣΤΟΥΣ «ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΥΣ ΠΑΝΤΟΚΡΑΤΟΡΑ» ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ (ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΑΣΟΥΛΑΙΚΑ-ΚΑΡΝΑΖΑΙΚΑ)

Μ. Βάρτη-Ματαράγκα* και Δ. Ματαράγκας*

Σ Υ Ν Ο Ψ Η

Η Ανωτριάδική-Κάτωιουρασική ανθρακική ακολουθία του Παντοκράτορα Αργολίδας αποτελεί τυπικό παράδειγμα ιζηματογένεσης πλατφόρμας σε ηπειρωτικό περιθώριο που βυθίζεται. Επικρατούν οι ανθρακικές φάσεις λιμνοθάλασσας (lagoon) έως παλιρροιακές με κυκλικότητα στην ιζηματογένεση (λοφερίτες). Υποπαλιρροιακές ασβεστολιθικές φάσεις εναλλάσσονται με δολομιτικές μέσο-υπερπαλιρροιακές φάσεις. Παλαιοαναδύσεις μακράς διάρκειας, επαναλαμβανόμενες στο τέλος του λοφεριτικού κύκλου, προκαλούν έντονα διαγενετικά φαινόμενα κυρίως σε θαλάσσιο vadose περιβάλλον με κλίμα θερμό και ημίξηρο. Αλλοιώνονται τα πρωτογενή χαρακτηριστικά απόθεσης της μέσο-υπερπαλιρροιακής φάσης και σχηματίζεται ο δολοκρητικός ορίζοντας (dolcrete). Τα επαναλαμβανόμενα επεισόδια αέριας έκθεσης των ιζημάτων και η εναλλασσόμενη επίδραση θαλάσσιων και μετεωρικών υδάτων σ'αυτά καθιστούν περίπλοκη τη διαγενετική ιστορία των πετρωμάτων και τα διαγενετικά φαινόμενα είναι πολυποίκιλα. Τα κυριότερα από αυτά εκτός από τον σχηματισμό δολοκρητίδας (dolcrete) είναι : ψευδοαντικλινικές δομές, περιπαλιρροιακά λατυποπαγή, μαύρες λατύπες, πρώιμη διαγενετική δολομιτίωση και διάφορες φάσεις τσιμεντοποίησης.

A B S T R A C T

The Upper Triassic to Lower Liassic carbonate sequence of Pantokrator in Argolis peninsula it is typical example of drowned carbonate platform of Tethys extensional continental margins. Lagoon to tidal carbonate facies with cyclic development (loferites) are predominant. Subtidal limestones are interbedded with inter-supratidal dolomitic facies. Repeated and long duration subaerial exposures, in a hot and semiarid climate in the end of loferitic cycle have caused intensive diagenetic phenomens mainly in marine vadose environment. The primary features of deposition of inter-supratidal facies have been altered and dolcrete has been formed. The repeated episodes of subaerial exposure and the alternated hypersaline and fresh water conditions in them, have done a complex diagenetic history of these rocks and various diagenetic phenomens. The most important after the formation of dolcrete, are : tepee structure, peritidal breccia, black pebbles, early diagenetic dolomitization and different cementation phases.

*M. VARTI-MATARANGA, D. MATARANGAS. Depositional facies and diagenetic phenomena in "Pantokrator Limestones" of Argolis peninsula (Tasoulaiika-Karna - zaiika area).

*Institute of Geology and Mineral Exploration, 70 Messoghion str., 11527 Athens Greece.

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ονομασία "ασβεστόλιθοι Παντοκράτορα" στην Αργολίδα δόθηκε από τον RENZ C. (1955) ο οποίος παρομοίωσε τους ασβεστόλιθους αυτούς με τους ασβεστόλιθους του όρους Παντοκράτορα της Κέρκυρας. Οι ασβεστόλιθοι αυτοί που ανήκουν στην Ιόνιο ζώνη είχαν για πρώτη φορά περιγραφεί από τον PARTSCH (1887). Με τον όρο "ασβεστόλιθοι Παντοκράτορα" θα θεωρούμε τα Ανωτριάδικά-Κάτωιουρασιακά, αβαθούς βά-λασσας ανθρακικά πετρώματα. Αν και η συμμετοχή των δολομιτικών πετρωμάτων είναι σημαντική συχνά στο κείμενο αναφέρονται σαν "ασβεστόλιθοι Παντοκράτορα" και τούτο επειδή ο όρος έχει επικρατήσει από προηγούμενους ερευνητές.

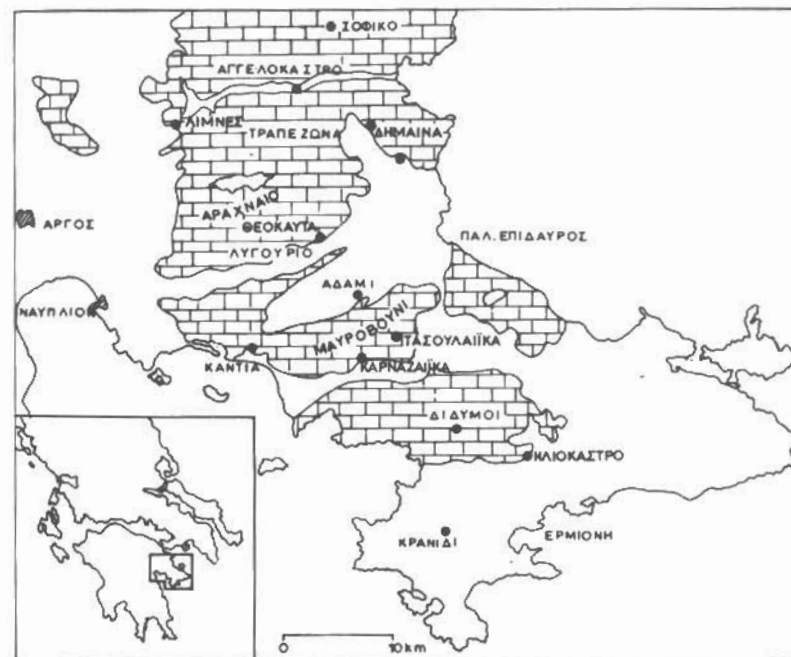
Αντικείμενο της εργασίας αυτής είναι η μελέτη των φάσεων απόθεσης και ιδιαίτερα των λοφεριτικών κύκλων καθώς και ορισμένων διαγενετικών φαινομένων που έχουν σημαντική γεωλογική και παλαιογεωγραφική σημασία στην Αργολίδα. Οι ανθρακικές φάσεις απόθεσης και διαγένεσης που προσδιορίστηκαν στην περιοχή Τασουλαίικα-Καρναζαίικα μπορούν να αναγνωρισθούν σε μεγάλη έκταση στην ανθρακική ενότητα του Παντοκράτορα Αργολίδας με μικρές διαφοροποιήσεις. Η αναλυτικότερη μελέτη των λοφεριτικών κύκλων γίνεται διότι παρουσιάζουν μεγάλη ανάπτυξη και επί πλέον πραγματοποιείται έντονη μαρμαρική εκμετάλλευσή τους.

"ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΙ ΠΑΝΤΟΚΡΑΤΟΡΑ"-ΚΥΡΙΕΣ ΦΑΣΕΙΣ

Οι "ασβεστόλιθοι Παντοκράτορα" που το στρωματογραφικό τους εύρος καλύπτει την περίοδο από το ανώτερο Τριαδικό μέχρι το μέσο Λιάσιο (DERCOURT 1964), (VRIELYNCK 1978), (BAUMGARTNER 1985), καταλαμβάνουν συγκριτικά με τους άλλους γεωλογικούς σχηματισμούς τη μεγαλύτερη έκταση της Αργολίδας (Σχ. 1).

Οι ασβεστόλιθοι αυτοί που χαρακτηρίζονται από ανθρακική ιζηματογένεση πλατφόρμας παρουσιάζουν μεγάλη ομοιότητα με τους γνωστούς ασβεστολίθους Dachstein των Άλπεων. Οι κυριότερες ανθρακικές φάσεις που παρατηρήθηκαν είναι οι περιπαλιρροιακές με κυκλικότητα στην ιζηματογένεση (λοφερίτες). Ο τύπος αυτός της ανθρακικής ιζηματογένεσης στην περίοδο άνω Τριαδικού-κάτω Ιουρασιακού χαρακτηρίζει τον ευρύτερο χώρο της Πελαγονικής και γενικότερα των Ελληνίδων, εκτός ορισμένων εξαιρέσεων (λεκάνη Πίνδου) αλλά ακόμη και ολόκληρου σχεδόν του νότιου ηπειρωτικού περιθωρίου της Τηθύος. Οι BERNOULLI & LAUBSCHER (1972) παρομοιάζουν τον τύπο αυτό με εκείνον που αναπτύσσεται στα σύγχρονα ηπειρωτικά περιθώρια όπως στη Florida-Bahamas-Blake Plateau.

Η ανωτριάδική-κάτωιουρασιακή ανθρακική ενότητα της Αργολίδας αποτελεί τυπικό παράδειγμα ανθρακικής πλατφόρμας που βυθίζεται και οι ανθρακικές νηρίτι-κές φάσεις μεταπίπτουν σε πελαγικές κατά τη διάρκεια του Λιασίου. Η βύθιση αυτή συνδέεται με την εφελκυστική τεκτονική και το άνοιγμα (rifting) της Τηθύος (BERNOULLI, JECKYNS, 1974).



Σχ. 1 Χάρτης εξάπλωσης των ασβεστολίθων Παντοκράτορα στην Αργολίδα.

Map of distribution of the Pantokrator limestones, Argolis Peninsula.

Στους "ασβεστόλιθους του Παντοκράτορα" της Αργολίδας επικρατούν οι **λοφεριτικοί κύκλοι** με εναλλαγές ασβεστολίθων πλούσιων σε *Megalodon* και *Dacrydactosaea* υποπαλιρροιακής φάσης με δολομιτωμένους ορίζοντες στρωματολίθων και πελοειδών λοφεριτών μέσο-υπερπαλιρροιακής φάσης. Η παρουσία των λοφεριτών αναφέρεται από τους (BACHMAN & RISCH 1979), (RICHTER & FUCHTBAUER 1981), (SCHAFER & SENOWBARI-DARYAN 1982) και στην περιοχή Αργολίδας αποτελεί τον κυριότερο ορίζοντα μαρμαρικής εκμετάλλευσης.

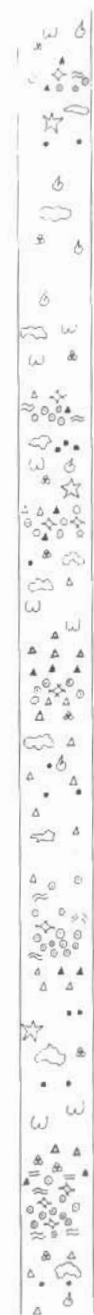
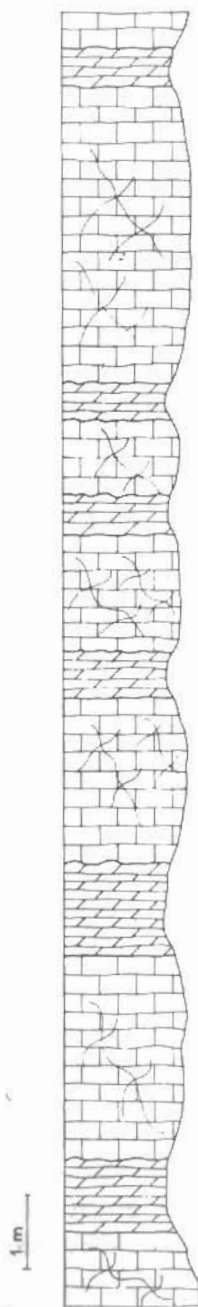
Η **υφαλογενής** φάση πλούσια σε κοράλλια αναπτύσσεται σε πολύ μικρή έκταση στην Αργολίδα σε αντίθεση με το γειτονικό νησί Ύδρα. Εκτός από την περιοχή Θεόκαυτα Επίδαυρου όπου απαντά η παραπάνω φάση (SCHAFER & SENOWBARI-DARYAN, 1982), κατά την διάρκεια της μελέτης αυτής εντοπίστηκε και στο συνοικισμό Σαρμαίικα που βρίσκεται στο ΒΑ/κό άκρο του όρους Μαυροβούνι.

Τέλος η **ωολιθική** φάση που χαρακτηρίζεται από συνθήκες υψηλής ενέργειας, ανοικτής θάλασσας, εκτείνεται στους πρόποδες του όρους Αραχναίο από τη περιοχή Αγίας Μαρίνας μέχρι Δήμainera και ανατολικότερα μέχρι τη Νέα Επίδαυρο. Στρωματογραφικά η φάση αυτή φθάνει μέχρι το μέσο Λιάσιο (BAUMGARTNER, 1985). Ταυτόχρονα, στις βυθιζόμενες περιοχές επικρατούσαν συνθήκες αργής πελαγικής ιζηματογένεσης. Μετά το μέσο Λιάσιο οι αβαθούς θάλασσας φάσεις περιορίστηκαν ακόμη περισσότερο προς τα βόρεια. Έτσι οι ωολιθικοί ασβεστόλιθοι και οι ασβεστόλιθοι πλούσιοι σε *Cladocoropsis* αποτέθηκαν ΒΔ/κά της Τραπεζώνας (DERCOURT 1964) και (VRIELYNCK, 1978).

ΦΑΣΕΙΣ ΑΠΟΘΕΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΓΕΝΕΣΗΣ ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΑΣΟΥΛΑΪΙΚΑ-ΚΑΡΝΑΖΑΪΙΚΑ

Πρόκειται για περι-παλιρροιακές ανθρακικές φάσεις με εναλλαγές υποπαλιρροιακών ασβεστολίθων και μεσουπερπαλιρροιακών δολομιτών με κυκλικότητα στην ιζηματογένεση. Το πάχος των φάσεων δεν είναι σταθερό (Σχ. 2, Πιν. 1/1). Παρουσιάζουν πολλές ομοιότητες με τις λοφεριτικές φάσεις των ασβεστολίθων Dachstein των Άλπεων (FISCHER, 1964) καθώς επίσης και με τις φάσεις των σύγχρονων ανθρακικών ιζημάτων στη Florida-Bahamas.

Υποπαλιρροιακή ασβεστολιθική φάση. Χαρακτηρίζεται από παχυστρωματώδεις ασβεστόλιθους, γκρί έως μπέζ χρώματος με *Megalodon* (κυρίως βιοπελμικρίτες - packstone). Στα Τασουλαίικα το πάχος τους κυμαίνεται από 2 έως 4μ. ενώ στα Καρναζαίικα το πάχος τους είναι πολύ μικρό ή δεν υπάρχουν. Αρκετές φορές παρουσιάζουν λατυποπαγή υφή και ιδιαίτερα προς το ανώτερο τμήμα. Αποτελούνται από πελοειδή, ενδοκλάστες και εκτός από τα *Megalodon* συχνή είναι η παρουσία βενθονικών τρηματοφόρων (κυρίως *Aulotortus* sp.), πράσινων φυκών, οστρακωδών, σπανιότερα εχινοδέρμων και κοραλλίων. Η κυρία μάζα είναι μικριτική με βιοαναμόχλευση κατά θέ-



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

	ασβεστόλιθος υποπαλιρροιακής φάσης
	δολομιτης
	Megalodon
	εχινοδερμα
	απολιθωματα γενικα
	τρηματοφορα
	βαντοειδη
	πελοειδη
	φυκωδης λεπτοταινωση
	παραθυροειδης δομη
	διαλυοιγενεις κοιλιτητες
	μαυροι κλαστες
	κλαστες δολοκρητιδας
	κλαστες ασβεστολιθων
	ψευδοαντικλινικες δομες (teree)

Σχ. 2 Λιθοστρωματογραφική τομή Τασουλαϊικών

σεις (Πιν.1/2). Η φάση αυτή αντιστοιχεί με την "pellet-mud-facies" στις Μπαχάμες (IMBRIE & PURDY 1962) και με την "pellet-Schlamm-Fazies" των ασβεστολίθων Dachstein (PILLER 1976). Το περιβάλλον απόθεσης των ασβεστολίθων αυτών προσδιορίζεται ως αβαθές υποπαλιρροιακό, χαμηλής ενέργειας.

Για τη σημερινή μορφή των ασβεστολίθων με τις ποικίλου μεγέθους και χρώματος διαλυσιγενείς κοιλοότητες, την λατυποπαγή υφή τους, την έντονη παρουσία βιοσηράγγων αλλά ακόμη και των μικρορωγμών και ρηγμάτων έπαιξαν αποφασιστικό ρόλο τα έντονα και πολύπλοκα διαγενετικά και μεταδιαγενετικά φαινόμενα. Κοιλοότητες συνήθως φακοειδούς μορφής πληρούνται με πολύχρωμο λεπτοταλαινωτό, ασβεστιτικό ίζημα, πλούσιο σε οξειδία-υδροξειδία σιδήρου, και στο οποίο εντοπίστηκαν κοπρόλιθοι. Χαρακτηριστική είναι επίσης η παρουσία κοιλοτήτων που περιγράφονται από λευκό ακτινωτά διατεταγμένο ασβεστιτικό τσιμέντο καθώς και κοιλοότητες που πληρούνται με μαύρους ανθρακικούς κλάστες. Προς το ανώτερο τμήμα της φάσης και πριν από τον επόμενο κύκλο τα φαινόμενα διάβρωσης, διάλυσης και λατυποποίησης των ασβεστολίθων αυξάνουν.

Δολομιτωμένη μέσο-υπερπαλιρροιακή λοφεριτική φάση. Η προηγούμενη υποπαλιρροιακή ασβεστολιθική φάση εξελίσσεται με όχι σαφή σχέση στη δολομιτωμένη λοφεριτική φάση που συνήθως στις παλιές επιφάνειες διάβρωσης παρουσιάζει έντονο λεπτοταλαινωτό έως λεπτοστρωματώδες ανάγλυφο (Πιν. 1/1) και χρώμα καστανωπό. Στις πρόσφατες επιφάνειες έχει λευκό χρώμα και αποτελεί το γνωστό στο εμπόριο μαρμάρων "ριγωτό" που εξορύσσεται στην Αργολίδα. Το πάχος της φάσης αυτής είναι κυμαινόμενο (0,30-1m) και η διακύμανση αυτή παρατηρείται τόσο κατακόρυφα όσο και πλευρικά. Όμως, βόρεια του χωριού Καρναζαίικα, το πάχος της υπερβαίνει τα 5m. Προς τα άνω-τετρα στρωματογραφικά μέλη της σειράς, το πάχος της φάσης αυτής μειώνεται. Χαρακτηρίζεται από λεπτοταλαινωτή (laminated) έως λεπτοστρωματώδη υφή και παραθυροειδή δομή (fenestral fabric). Παρουσιάζει μη κανονικές λεπτοταλαινώδεις-λεπτοστρωματώδεις εναλλαγές κυανοπράσινων φυκών με πελοειδείς λοφερίτες (FISCHER, 1964). Οι RICHTER & VARTIS-MATARANGAS (1988) στις λεπτοστρώσεις πελοειδών λοφεριτών έδωσαν την ονομασία δολοκρητίς (dolocrete) (Πιν.1/5).

Μερικές φορές παρεμβάλλονται λεπτές στρώσεις πάχους 2-10 cm αδρόκοκκου αρενίτη (grainstone) με χαμηλή διαβάθμιση των κόκκων. Τους κόκκους συνιστούν απολιθώματα και κλάστες αυτών όπως Εχινόδερμα, βρυόζωα, *daucyladaceae*, γαστερόποδα, τρηματοφόρα (*Aulotortus* sp., *nodosaridae*, *tetrataxis*) και λιθοκλάστες της υποκείμενης φάσης (Πιν. 1/4). Χαρακτηριστική είναι η πολύ καλή διατήρηση της δομής ορισμένων απολιθωμάτων και δολομικριτικό περίβλημά τους. Ο σχηματισμός των λεπτόκοκκων αρενιτικών λεπτοστρώσεων *grainstone* οφείλεται πιθανώτατα σε παροδικές θύελλες (storm layer).

Η παρουσία φυκώδους λεπτοταλαινωτής υφής, παραθυροειδούς δομής, μαύρων λατυπών, πρώιμης διαγενετικής δολομιτίωσης, ψευδοαντικλινικών δομών, τσιμέντων βαρύτητας, μηνίσκου κ.λ.π. αποδεικνύει ότι η δολομιτωμένη λοφεριτική φάση σχηματίστηκε σε υπερπαλιρροιακό έως πολύ αβαθές μεσοπαλιρροιακό περιβάλλον.

ΔΙΑΓΕΝΕΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

Μετά από την απόθεση των ανθρακικών ιζημάτων σε παλιρροιακό περιβάλλον, οι παλαιοαναδύσεις αυτών σε συνδυασμό με την εναλλασσόμενη επίδραση των μετεωρικών και θαλάσσιων υδάτων δημιουργούν έντονα και πολυποίκιλα διαγενετικά-πεδογενετικά φαινόμενα που αλλοιώνουν τα πρωτογενή χαρακτηριστικά απόθεσης. Τα σημαντικότερα απ' αυτά είναι :

Δολοκρητίς-δολοκρητίωση-ωοειδή δολοκρητίδας (vadoids)

Στις κυκλικές ακολουθίες παλιρροιακής απόθεσης είναι πολύ συχνή η παρουσία των πεδοκρητιδικών οριζόντων (Pedocrete). Οι BERNOULLI-WAGNER (1971) περιγράφουν τους Ανωτριάδικους-Κάτωλouraσικούς ορίζοντες "caliche" (Calcrete) στο σχηματισμό Calcare Massiccio (Κεντρικά Απέννινα) και αναφέρουν ότι οι ορίζοντες αυτοί παρουσιάζουν εξάπλωση στον ευρύτερο χώρο της Τηθύος. Οι RICHTER & VARTIS-MATARANGAS (1988) προσδιορίζουν την εξάπλωση αυτών στον Ελληνικό χώρο στον Παρνασσό, Γεράνεια, Λουτράκι, Τραπεζώνα, Δίδυμα Αργολίδας και Ύδρας. Λόγω της δολομιτικής σύστασής τους και σύμφωνα με την πεδογενετική ονοματολογία ονομάζονται δολοκρητίδες (Dolcrete).

Τα ωοειδή δολοκρητίδας (RICHTER 1983) ή vadois (PERYT 1983) παρουσιάζουν μέγεθος αρενιτικό έως ρουδιτικό με εφασπτομενική διάταξη των κρυσταλλιδίων του περιβλήματος αυτών (RICHTER et al. 1988) όπως και τα εφασπτομενικά ωοειδή τύπου Bahamas (LOREAU & PURSER, 1973). Η ορυκτολογική τους σύσταση είναι δολομίτης μη στοιχειομετρικός. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μικροανάλυσης ο τύπος του δολομίτη σ' αυτά είναι : $\{Ca_{(83,9-58,8)}Mg_{(36,1-41,2)}CO_3\}$, ενώ με τη περιθλασιμετρία ακτίνων Χ ο τύπος του δολομίτη είναι $Ca_{5,7}Mg_{3,3}CO_3$. Συχνή είναι η σύνθετη έως πολυσύνθετη δομή τους (Πιν.2/1) και η αντίστροφα διαβαθμισμένη στρώση τους (Πιν. 1/3).

Η παρουσία των τσιμέντων τύπου μηνίσκου, μικροσταλακτιτικού, λεπτοταλαινώσεων vadose, είναι πολύ συχνή στον δολοκρητιδικό ορίζοντα. Τα πρωτογενή χαρακτηριστικά απόθεσης έχουν ως επί το πλείστον εντελώς αλλοιωθεί λόγω της έντονης και μακρόχρονης αέριας έκθεσης των ιζημάτων. Ελάχιστες είναι οι εξαιρέσεις της διατήρησης των αρχικών δομών και κόκκων (Πιν. 2/3).

Στο επάνω μέρος των vadois παρατηρούνται συχνά οριζόντιες έως ασύμμετρες λεπτοταλαινωτές επιφλοιώσεις καθώς και με τη μορφή περιβλήματος πολλών πυρήνων οπότε σχηματίζονται σύνθετα-πολυσύνθετα vadois. Αποτελούν διαγνωστικό χαρακτηριστικό

της in situ ανάπτυξης των λεπτοταινιώσεων και παρουσιάζουν ομοιότητες με τις πρόσφατες λεπτοταινιωτές επιφλοιώσεις που σχηματίζονται σε επιφανειακό περιβάλλον (JAMES, 1972), (SCHOLLE & KINSMAN, 1974). Στην Αργολίδα βέβαια, οι κόκκοι (ωσειδή δολοκρητίδας ή vadoids ή ακόμη και πισοειδή) και οι επιφλοιωτικές λεπτοταινιώσεις είναι δολομιτωμένοι.

Επεξεργασμένοι λιθοκλάστες του δολοκρητιδικού ορίζοντα συχνά παρατηρούνται στην υποπαλιρροιακή ασβεστολιθική φάση γεγονός που αποδεικνύει ότι η δολοκρητίωση έλαβε χώρα στο τέλος του λοφεριτικού κύκλου και δεν είναι αποτέλεσμα πρόσφατης μετατροπής.

Η δολοκρητίωση σε σχέση με τον σχηματισμό calcrete είναι σπανιότερο φαινόμενο (MEYER 1987) και οπωσδήποτε υπάρχει ο προβληματισμός για το είδος και το χρόνο δολομιτίωσης που παρατηρείται στους πεδογενετικούς αυτούς σχηματισμούς. Στη περίπτωση της δολοκρητίδας στην Αργολίδα, η ορυκτολογική σύσταση των ωσειδών από δολομίτη μή στοιχειομετρικό, η γεωλογική-στρωματογραφική θέση τους καθώς και η εσωτερική δομή τους μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η δολομιτίωση ήταν πρώιμα διαγενετική και σε περιβάλλον ανάμειξης υδάτων διαφορετικής αλμυρότητας (Schizohaline). Συχνή είναι και η παρουσία του φαινομένου της αποδολομιτίωσης του δολοκρητιδικού ορίζοντα.

Μαύρες λατύπες (Black pebbles)

Είναι πολύ χαρακτηριστική η παρουσία τους στην περιοχή Καρναζαίικα - Τασουλαίικα. Εντοπίζονται κυρίως στα κατώτερα ή ανώτερα μέλη του δολοκρητιδικού ορίζοντα. Επίσης παρατηρούνται στην υποπαλιρροιακή φάση και κυρίως πληρούν κριτήρια της. Πρόκειται για γκρί σκούρου έως μαύρου χρώματος λιθοκλάστες, ανθρακικής σύστασης (κυρίως δολομιτικής), ποικίλου μεγέθους και μορφής. Το μαύρο χρώμα οφείλεται στην διήθηση φυτικής ύλης και τον εμπότισμό του μη λιθοποιημένου ανθρακικού ιζημάτος κυρίως μεσο-υπερπαλιρροιακής απόθεσης (STRASSER & DAVAUD, 1983). Σύμφωνα με πολλούς ερευνητές όπως FLUGEL (1982), STRASSER & DAVAUD (1983), η παρουσία των μαύρων λατυπών αποτελεί πολύτιμο κλειδί για την αναγνώριση αέριας έκθεσης ανθρακικών ιζημάτων και εν συνεχεία επαναεπεξεργασία αυτών λόγω επικλύσεων ή ευστατικών διακυμάνσεων του επιπέδου της θάλασσας. Ο LEINFELDER (1987) θεωρεί ότι η παρουσία τους αποτελεί σημαντικό δείκτη παλαιοτεκτονικών κινήσεων, μικρού εύρους. Οι ESTEBAN & KLAPPA (1983) έχουν εντοπίσει τις μαύρες λατύπες με επαναεπεξεργασμένα σπηλοειδή ενώ οι BECHSTADT (1975), HENRICH (1984) κ.ά., εντός καρστικών κοιλοτήτων.

Τύποι τσιμέντων-πλήρωση κοιλοτήτων

Αν και αποτελούν τα διαγενετικά αυτά φαινόμενα πολύτιμα κριτήρια για την ερμηνεία των παλαιοσυνθηκών και μπορούν να τεκμηριώσουν τη πολυσύνθετη διαγενετική ιστορία της ανθρακικής ακολουθίας, στη παρούσα φάση εργασίας θ' αναφερθούμε

πολύ σύντομα σ' αυτά.

Η σειρά πλήρωσης ορισμένων κοιλοτήτων φαίνεται να είναι :

- α) τσιμέντο τύπου μηνίσκου (Πιν.2/2), τσιμέντο βαρύτητας (Πιν.2/1), λεπτοταινιώσεις vadose (Πιν.1/3,2/6), που δημιουργούνται σε περιβάλλον vadose.
- β) ενδοίζημα με μικριτικό ασβεστίτη ή με πελοειδή και με λεπτοκελυφώδη οστρακώδη και σπανιότερα τρηματοφόρα (Πιν.1/5, 2/1). Σχηματίζεται σε θαλάσσιο περιβάλλον υπο-μεσοπαλιρροιακό.
- γ) ακτινωτό (radiaxial), ασβεστιτικό τσιμέντο με εγκλείσματα δολομίτη (Mg-ασβεστίτης, ασβεστίτης+δολομίτης σε κλειστό σύστημα). Σχηματίζεται σε περιβάλλον φρεατικό θαλάσσιο.
- δ) κοκκώδες ασβεστιτικό τσιμέντο.

Στις μεγαλύτερες κοιλοότητες αναπτύσσεται εντυπωσιακά το μικροσταλακτιτικό, μικροσταλαγματικό και ο τύπος του λεπτοταινιωτού-πεδοκρητιδικού τσιμέντου (pedo-crete cement ή flowstone (Πιν. 1/3,2/4). Συχνά παρατηρείται και το τσιμέντο του τύπου dog-tooth (Πιν.2/5).

Ψευδοαντικλινικές δομές (Tere structures): Εντονα διαγράφονται οι δομές αυτές στη περιοχή Καρναζαίικα. Οφείλονται σε δυνάμεις συμπίεσης που αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια σχηματισμού της δολοκρητίδας και της τσιμεντοποίησης με αποτέλεσμα να προκαλείται μία απόκλιση των αρχικών στρώσεων, σπάσιμο και ελαφρά μετακίνησή τους προς τα επάνω.

Επαναλαμβανόμενα επεισόδια σχηματισμού των δομών αυτών δημιουργούν τα περιπαλιρροιακά λατυποπαγή (peridital breccia) με λατύπες μεγάλου μεγέθους, επικρατούν δε στα Καρναζαίικα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συμπεράσματα της έρευνάς μας είναι τα παρακάτω :

- Η Ανωτριαδική-Κάτωιουρασική ανθρακική ακολουθία του Παντοκράτορα Αργολίδας, παρουσιάζει, όπως και όλο σχεδόν το νότιο περιθώριο της Τηθούς, όλα τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα ανθρακικής πλατφόρμας που βυθίζεται (drowned) και συνδέεται με την εφελκυστική τεκτονική και το άνοιγμα της Τηθούς (rifting).

- Από τις κυριότερες ενότητες φάσεων που συνιστούν τον Παντοκράτορα Αργολίδας, τη μεταλύτερη εξάπλωση παρουσιάζουν οι λοφεριτικοί κύκλοι. Η υφαλογενής φάση πλούσια σε κοράλλια είναι περιορισμένη και εντοπίζεται στις περιοχές θεόκαυτα Επίδαυρου, και Σαρμείικα. Η ωλιθική φάση, αναπτύσσεται στους ΝΑ πρόποδες του Αραχναίου όρους και προς ανατολάς μέχρι τη Νέα Επίδαυρο.

- Οι λοφεριτικοί κύκλοι αποτελούνται από εναλλαγές ασβεστολιθων πλούσιων σε *Megalodon* και *Dacycladaceae*, υποπαλιρροιακής φάσης με δολομιτωμένους οριζόντες μέσου-υπερπαλιρροιακής φάσης. Πολλές είναι οι ομοιότητες τους με τις ανθρακικές φάσεις Dachstein των Άλπεων καθώς και με τις φάσεις των πρόσφατων ανθρακικών ιζημάτων Florida-Bahamas.

- Παλαιοαναδύσεις των παλιρροιακών ανθρακικών ιζημάτων σε συνδυασμό με την εναλλασσόμενη επίδραση θαλασσίων και μετεωρικών υδάτων δημιουργούν έντονα και ποικίλα διαγενετικά-πεδογενετικά φαινόμενα που αλλοιώνουν τα πρωτογενή χαρακτηριστικά απόθεσης.

- Η δολοκρητίωση είναι μία από τις κύριες διαγενετικές μετατροπές που προκλήθηκαν στα πετρώματα αυτά, σε vadose θαλάσσιο περιβάλλον με κλίμα θερμό και ημίξηρο. Η εξάπλωση του δολοκρητιδικού οριζοντα έχει εντοπιστεί στους λοφεριτικούς κύκλους Παρνασσού, Γερανείων, Τραπεζώνα, Διδύμων, Ύδρας.

- Δημιουργούνται τα ωειδή δολοκρητίδας ή vadoids με επαφτομενική διάταξη των κρυσταλλιδίων του περιβλήματος, με μορφή απλή ή σύνθετη και με δολομιτική σύσταση.

- Η δολομιτίωση αυτών είναι πρώιμα διαγενετική και σε περιβάλλον ανάμειξης υδάτων διαφορετικής αλμυρότητας (schizohaline). Ορυκτολογικά ο δολομίτης που προέκυψε από την διεργασία αυτή είναι μη στοιχειομετρικός όπως προκύπτει από τον προσδιορισμό της σχέσης Ca/Mg στο πλέγμα του.

- Η παρουσία μαύρων λατιπών (black pebbles) και ψευδοαντικλινικών δομών (teree structures) είναι πολύ χαρακτηριστική στην περιοχή Καρναζαίικα-Τασουλαίικα και αποτελούν χαρακτηριστικά φαινόμενα επιφανειακής ανάδυσης. Επαναλαμβανόμενα επεισόδια σχηματισμού ψευδοαντικλινικών δομών δημιουργούν τα περιπαλιρροιακά λατιποπαγή (peritidal breccia) που επικρατούν στα Καρναζαίικα.

- Η σειρά πλήρωσης ορισμένων παραθυροειδών και διαλυσιγενών κοιλοτήτων είναι : α) vadose περιβάλλον-τσιμέντο βαρύτητας, μηνίσκου, β) θαλάσσιο υπομεσοπαλιρροιακό ενδοίζημα με ασβεστιτικό μικρίτη ή με πελοειδή, γ) φρεατικό θαλάσσιο-ακτινωτό ασβεστιτικό τσιμέντο και εγκλείσματα δολομίτη και δ) κοκκώδες ασβεστιτικό τσιμέντο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- BACHMANN, G.H. & RISCH, H. (1979). Die geologische Entwicklung der Argolis-Halbinsel (Peloponnes, Griechenland). *Geol. Jb., Reihe B*, 32, Hannover.
- BAUMGARTNER, P.O. (1985). Jurassic sedimentary Evolution and Nappe Emplacement in the Argolis Peninsula (Peloponnesus, Greece). *Société Helvétique pour la Science Naturelle, Memoire*, vol. 99, 111p.

- BECHSTÄDT, T. (1975). Zyklische Sedimentation im erzführenden Wettersteinkalk von Bleiberg-Kreuth (Kärnten, Österreich). *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 149, 73-95, 8 figs., Stuttgart.
- BERNOULLI, D. & LAUBSCHER, H. (1972). The palinspastic problem of the Helveticides: *Eclogae Geologicae Helvetiae*, v.67, p.107-108.
- BERNOULLI, D. & JENKYN, H. (1974). Alpine, Mediterranean and Central Atlantic Mesozoic facies in relation to the early evolution of the Tethys. In: DOTT, R.H., Jr., & SHAVER, P.H. (ed.): Modern and ancient geosynclinal sedimentation. *Spec. Publ. Soc. Econ. Paleont. Mineral*, 19, 129-160.
- BERNOULLI, D., WAGNER, C.W. (1971). Subaerial diagenesis and fossil caliche deposits in the calcareo Massiccio Formation (Lower Jurassic, Central Apennines, Italy). *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 138:135-149.
- DERCOURT, J. (1964). Contribution à l'étude géologique d'un secteur du Péloponnèse septentrionale. *Ann. géol. pays hellén.*, 15, 1-417.
- (1970). L'expansion océanique actuelle et fossile: ses implications géotectoniques. - *Bull. Soc. géol. France*, (7), 12/2, 261-317, Athen.
- ESTEBAN, M. & KLAPPA, C. (1983). Subaerial exposure environment. - In: SCHOLLE, P.A., BEBOUT, D.G. & MOORE, C.H. (eds.): Carbonate depositional environments. *Amer. Ass. Petrol. Geol., Mem.* 33, 1-54, 94 figs., Tulsa.
- FLÜGEL, E. (1982). Microfacies Analysis of Limestones, 633p., 53 pls., 78 Figs. 58 Tabs., Berlin-Heidelberg-New York (Springer).
- FISCHER, A.G. (1964). The Lofer Cyclothems of the Alpine-Triassic. - *Kansas geol. Surv., Bull.* 169, 107-149.
- HENRICH, R. (1984). Facies, dolomitization and karstification of lagoonal carbonates: Triassic of the Northern Alps. - *Facies*, 11, 109-156, 10 figs., 9 pls., Erlangen.
- IMBRIE, J. & PURDY, E.G. (1962). Classification of modern Bahamian carbonate sediments. *Mem. Amer. Ass. Petrol. Geol.*, 1, 253-272, 13 Figs., Tulsa.
- JAMES, N.P. (1972). Holocene and Pleistocene calcareous crust (caliche) profiles: Criteria for subaerial exposure. *J. Sed. Petrol.*, 42/4, 817-836, Tulsa.
- LEINFELDER, R.R. (1987). Formation and Significance of Black Pebbles from the Ota Limestone (Upper Jurassic, Portugal). *Facies*, 17, 159-170, 10 Figs., Erlangen.
- MEYER, R. (1987). Paléoolérites et paléosols 164 p. *BRGM, eds.*, Orleans, France.
- PURSER, B.H. & LOREAU, J.P. (1973). Aragonitic, supratidal encrustation on the Trucial Coast, Persian Gulf, in B.H. PURSER (ed.). *The Persian Gulf*: New York, Springer-Verlag, p. 343-376.
- PARTSCH, J. (1887). Die Insel Korfu. *Petermanns Mitt., Ergänzungsh.* 19/1888.1-97 Gotha.
- PERYT, T.M. (1983). Vadoids. In: T.M. PERYT (ed.): Coated grains, 437-449, Berlin-Heidelberg-New York (Springer).
- PILLER, W. (1976). Fazies und Lithostratigraphie des gebankten Dachsteinkalkes (Obertrias) am Nordrand des Toten Gebirges Mitt. *Ges. Geol. Bergbaustud.* 23, 113-152, 15 Figs., 1 plate, Wien.
- RENZ, C. (1955). Die vorneogene Stratigraphie der normalsedimentären Formationen Griechenlands. *Inst. Geol. subsurf. Res.*, Athènes.
- RICHTER, D.K. (1983). Classification of coated grains: Discussion. In: T.M. PERYT (ed.): Coated grains, 7-8, Berlin-Heidelberg-New York (Springer).
- RICHTER, D.R. (1983). Calcareous Ooids: A synopsis. - In: T.M. PERYT (ed.): Coated grains, 71-99, Berlin-Heidelberg-New York (Springer).
- RICHTER, D.R. & FÜCHTBAUER, H. (1981). Merkmale und Genese von Breccien und ihre Bedeutung im Mesozoikum von Hydra (Griechenland). *Z. dt. geol. Ges.*, 132, 451-500, Hannover.
- RICHTER, D.K. & VARTIS-MATARANGAS, M. (1988). Tangentialdolomitische Ooide in obertriadisch/unterjurassisches Loferitzkyklen Griechenlands. *Bochumer geol. u. geotekn. Arb.* 29, 156-158, Bochum 1988.
- SCHAFER, P. & SENOWBARI-DARYAN, B. (1982). The upper Triassic Pantokrator limestone of Hydra (Greece): An example of a pragrading reef-complex. *Facies*, 6, 147-164, Pl. 19-21, Fig. 7, Erlangen.

- SCHOLLE, P.A. & KINSMAN, D.J.J. (1974). Aragonitic and high-magnesian calcite caliche from the Persian Gulf-a modern analog for the Permian of Texas and New Mexico. *Jour. Sed. Petrology*, v.44, p. 904-916, Tulsa.
- STRASSER, A. & DAVAUD, E. (1983). Black pebbles of the Purbeckian (Swiss and French Jura): lithology, geochemistry and origin. - *Eologicae geol. Helv.*, 76, 551-580, 12 figs., Basel.
- VRIELYNCK, B. (1978). Données nouvelles sur les zones internes du Péloponnèse, Grèce. - *Diss. Univ. des Sciences et Techniques*, Lille.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

PLATE 1

- Φωτ. 1. Κυκλική ανθρακική ακολουθία με εναλλαγές υποπαλιρροιακών ασβεστολίθων (L) και λεπτοστρωματωδών, μέσο-υπερπαλιρροιακών δολομιτών (βέλος) στην περιοχή Τασουλαίικα.
- Phot.1. Cyclic carbonate sequence with alternations of subtidal limestones (L) and thin-bedded inter-supratidal dolomites (arrow), in the Tasoulaiika area.
- Φωτ. 2. Υποπαλιρροιακή ασβεστολιθική φάση. Διακρίνονται οι θέσεις βιοαναμόχλευσης τρηματοφόρα και κλάστες της υπερπαλιρροιακής φάσης. Λεπτή τομή No TE 1, X 30.
- Phot.2. Subtidal facies. Bioturbation foraminifera and clasts of supratidal facies, are distinguished. Thin section No TE 1, X 30.
- Φωτ. 3. Λεπτοστρώσεις ωσειδούς δολοκρητίδας με αντίστροφη διαβάθμιση (βέλος). α. Λεπτοταινίωση vadose, β. δολομικριτικό ενδοίζημα. Λεπτή τομή No T 12a, X12.
- Phot.3. Thin-bedded dolocrete ooids with inverse grading (arrow) a. Laminated vadose cement. b. Dolomicrite internal sediment. Thin section No T 12a, X12.
- Φωτ. 4. Αδρόκοκκος ασβεστοαρενίτης (grainstone) με χαμηλό έως ενδιάμεσο βαθμό ομοιομορφίας μεγέθους κόκκων. Μεταξύ των κόκκων μπορούν να διακριθούν βενθονικά τρηματοφόρα, πράσινα φύκη, εχινόδερμα και κλάστες αυτών. Λεπτή τομή No T 31a, X 30.
- Phot.4. Coarse grained calcarenite (grainstone) with poor sorting. Between grains, benthonic foraminifera, green algae and their clasts, can be distinguished. Thin section No T 31a, X 30.
- Φωτ. 5. Διακρίνεται η ακανόνιστος παραθυροειδής δομή και οι διάφορες γενεές τιμεντοποίησης στις μεγαλύτερες κοιλότητες. Εντυπωσιακή είναι η ανάπτυξη του ενδοίζηματος σε δύο γενεές με λεπτοκελυφώδη οστρακώδη. Λεπτή τομή T 13β, X 12.
- Phot.5. Irregular fenestral fabric and multi-generations of cementation in larger cavities are shown. The development of the internal sediment in two generations with thin-shelled ostracods, is very impressive. Thin section T 13B, X 12.

Φωτ. 1. Κοιλότητα μεταξύ των σύνθετων vadoids με τσιμέντο βαρύτητας (α) στην οροφή και με πελοειδές ενδοίζημα (β) στο δάπεδο.
Λεπτή τομή No T 13a, X30.

Phot.1. Cavity between complex vadoids with gravitational cement in the roof and pelloidal internal sediment in the floor.
Thin section No T 13a, X30.

Φωτ. 2. Τσιμέντο τύπου μηνίσκου (βέλη) που αναπτύσσεται μεταξύ των vadoids.
Λεπτή τομή No T14, X50.

Phot.2. Meniscus cement (arrows) which is developed between the vadoids.
Thin section No T14, X50.

Φωτ. 3. Τρηματοφόρο (*Aulotortus* sp.) επιφλοιωμένο με δολομικρίτη στο δολοκρητιδικό ορίζοντα.
Λεπτή τομή No T 28a, X50.

Phot.3. Coated foraminifera with dolomiticrite in dolcrete.
Thin section No T 28a, X50.

Φωτ. 4. Δαντελωτό τσιμέντο (λευκό τμήμα) στο δολοκρητιδικό ορίζοντα.
Λεπτή τομή No T 17a, X12.

Phot.4. Festooned cellular cement (white area) in the dolcrete.
Thin section No T 17a, X 12.

Φωτ. 5. Μεγάλοι και λευκοί κρύσταλλοι ασβεστίτη αναπτύσσονται στη περιφέρεια κοιλοτήτας και σχηματίζουν τσιμέντο τύπου κυνόδοντα. Το μεγαλύτερο μέρος της κοιλοτήτας πληρούται με μικριτικό ίζημα.
Λεπτή τομή No T 12b, X12.

Phot.5. Large and white calcite crystals developing in the walls of cavity creating dog-tooth cement. The larger part of the cavity is occupied by micritic sediment.
Thin section No T 12b, X12.

Φωτ. 6. Κοιλότητα που πληρούται με μικροσταλακτιτικό τσιμέντο (βέλος) και vadose τσιμέντο (α).
Λεπτή τομή No T 30, X12.

Phot.6. Microcavern with microstalactitic cement (arrow) and vadose cement (a).
Thin section No T 30, X12.

