

«ΜΑΡΓΑΡΙΤΑΡΙΑ» ΣΠΗΛΑΙΩΝ : ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΓΕΩΧΗΜΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ*

Από τους

Μ. ΔΕΡΜΙΤΖΑΚΗ, Μ. ΤΣΙΠΟΥΡΑ-ΒΛΑΧΟΥ και Ι. ΜΠΑΣΙΑΚΟ

Εισαγωγή

Οι συγκριματικές, συγκεντρικές, υδάτινες σπηλαιοαποθέσεις γνωστές και ως «μαργαριτάρια» σπηλαίων είναι μία από τις πολλές ανθρακικές μορφές που αναπτύσσονται σε σπηλαιοπεριβάλλοντα. Στον Ελλαδικό χώρο δεν έχουν μελετηθεί τόσο όσο οι άλλες μορφές σπηλαιοαποθέσεων (σταλακτίτες - σταλαγμίτες κλπ). Στην παρούσα μελέτη πραγματοποιείται μια πρώτη προσπάθεια αναγνώρισης, περιγραφής και ταξινόμηση αντιπροσωπευτικών δειγμάτων των εν λόγω αποθέσεων από αρκετά σπήλαια του Ελλαδικού χώρου. Σε πολλά από τα ερευνηθέντα αυτά σπήλαια έχουν πιστοποιηθεί υδάτινες συγκεντρικές αποθέσεις και πολλές φορές στο ίδιο σπήλαιο συνυπάρχουν δύο και τρεις διαφορετικοί τύποι που γενικώς ονομάζονται «μαργαριτάρια σπηλαίων».

Αντιπροσωπευτικά δείγματα που μελετήθηκαν προέρχονται από τα παρακάτω σπήλαια:

Πανός (Πάρνηθας), Ομορφη Σπηλιά (Αιτωλοακαρνανίας), Περάματος (Ιωαννίνων), Αγ.Δημητρίου (Σεληνίτσας Μεσσηνίας), Κενταύρων (Μαγνησίας), Φιδάς (Νάξου), Λεύκης (Καβάλας), Μαρώνειας (Ροδόπης), Οινόης, Χαβούζας Υμηττού (Σταυρός), Σεντόνη (Κρήτης), Κουρνά (Κρήτης), Βαταινίδι (Μεσσηνιακής Μάνης).

* Cave «Pearls» : Minerals and Geochemistry.
M. Dermitzaki, M. Tsipoura-Vlachou, I. Basiakos, Department of Geology, Athens University, Athens/15784.

Η ορυκτολογική σύνθεση των εν λόγω σπηλαιοαποθέσεων παρουσιάζει μία μεγάλη ποικιλία. Μέχρι σήμερα έχουν πιστοποιηθεί 76 διαφορετικά ορυκτά από τα οποία τα 15 είναι ανθρακικά και 6 από αυτά περιέχουν ανθρακικό ασβέστιο (WHITE, 1976, ROGERS & WILLIAMS, 1982).

Το πολυποίκιλο της ορυκτολογικής συστάσεως σε συνδυασμό με την πληθώρα των κρυσταλλικών υφών που συναντώνται στις σπηλαιοαποθέσεις αυτές επιτρέπουν μεγάλη ευαισθησία και ανταπόκριση στις περιβαλλοντικές συνθήκες. Για το λόγο αυτό οι συγκεκριμένες σπηλαιοαποθέσεις αποτελούν σημαντικούς δείκτες παλαιοπεριβαλλόντων (MOORE, 1956, DORALE *et al.* 1992).

Από την θέση αυτή επιθυμούμε να εκφράσουμε τις ευχαριστίες μας προς την κ. Άννα Πετροχείλου τον κ. Ι. Ιωάννου και τον κ. Γ. Αβτζή για τις πληροφορίες που μας έδωσαν καθώς και για την καλωσύνη τους να προσδιορίσουν θέσεις σπηλαίων με «μαργαριτάρια».

Ονοματολογία

Από την μελέτη της διβλιογραφίας διαφαίνεται ότι οι ονομασίες που κατά καιρούς έχουν αποδοθεί σε παρόμοιους σχηματισμούς είναι διάφορες και περιλαμβάνουν τους όρους:

επιφλοιωμένοι κόκκοι (coated grains), *πισσόλιθοι*, *επιφλοιωμένοι σφαιροειδείς κόκκοι με μεγάλη στυλπνότητα* - *μαργαριτάρια σπηλαίων* (cave pearls), (WHITE, 1976), *ωόλιθοι σπηλαίων* (cave ooliths), (DUNHAM, 1969) καθώς και οι όροι *επιφλοιωμένα ογκοειδή* ή *σφαιροειδή* (coated oncoids/ globoids). Πόντως ανεξαρτήτως συστάσεως και δομής ο όρος «μαργαριτάρια σπηλαίων» θεωρείται ο πλέον επιτυχής.

Μορφολογικά χαρακτηριστικά και Ταξινόμηση

Πέραν της ανευρέσεως και της πιστοποίησεως των συνθηκών δημιουργίας των μαργαριταριών σε καθένα από τα προαναφερθέντα σπήλαια στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε μελέτη και αναγνώριση των διαφορετικών τύπων των υδάτινων σπηλαιοαποθέσεων. Ακολούθησε περιγραφή και ταξινόμησή τους κατά κατηγορίες αναλόγως των μορφολογικών χαρακτηριστικών τους, όπως το σχήμα, η μορφή της εξωτερικής επιφάνειας, η λάμψη και η κρυσταλλική δομή.

Οι συγκριματικές σπηλαιοαποθέσεις ή «μαργαριτάρια σπηλαίων» μπορούν να διακριθούν σε απλές και σύνθετες ή νεφροειδείς μορφές.

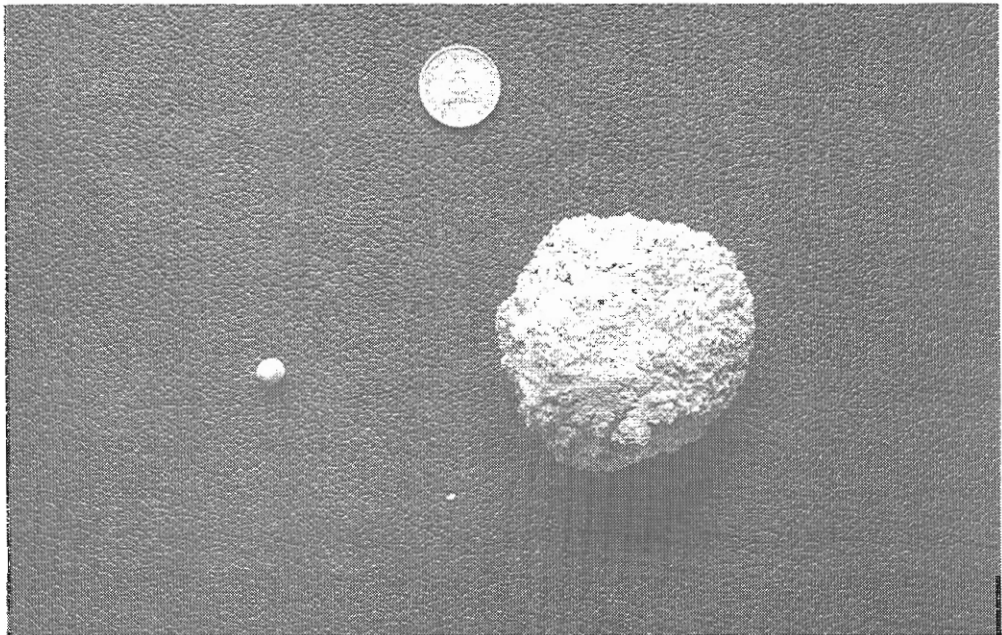
1). Τα απλά ή μεμονωμένα συγκρίματα αποτελούνται από πυρήνα, που μπορεί να είναι είτε ένας είτε περισσότεροι, και συνίστανται ως επί το πλείστον, από κρύσταλλο αοβεσίτη (διατηρημένο ή όχι) γύρω από τον οποίο έχουν αποτεθεί συγκεντρικές επιφλοιώσεις. Το μέγεθός τους κυμαίνεται. Οι μετρηθείσες διαστάσεις του άξονα L (μήκος) κυμαίνονται από 0.5cm μέχρι 9cm (εικ.1). Συγκριτικά αναφέρεται ότι από τους μεγαλύτερους πησόλιθους είναι εκείνοι διαμέτρου 8cm (JONES & MACDONALD, 1989). Αναλόγως του σχήματός τους, δηλαδή με την σχέση των τριών διαστάσεων (L,I,S) και τον δείκτη σφαιρικότητας ταξινομούνται στις παρακάτω κατηγορίες:

α) σφαιρικοί ή σφαιροειδείς, με δείκτη σφαιρικότητας 0.80-1.00 (εικ.1).

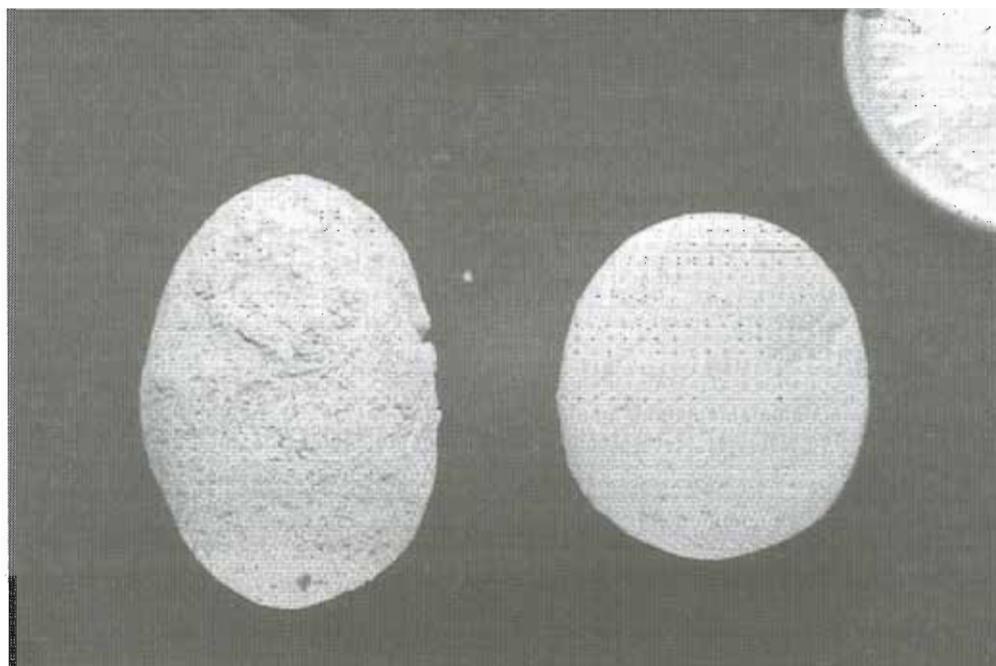
β) ωοειδείς ($L > I$ περίπου ίσο με το S) (εικ.2).

γ) δισκοειδείς (L περίπου ίσο με το $I \gg S$) (εικ.3).

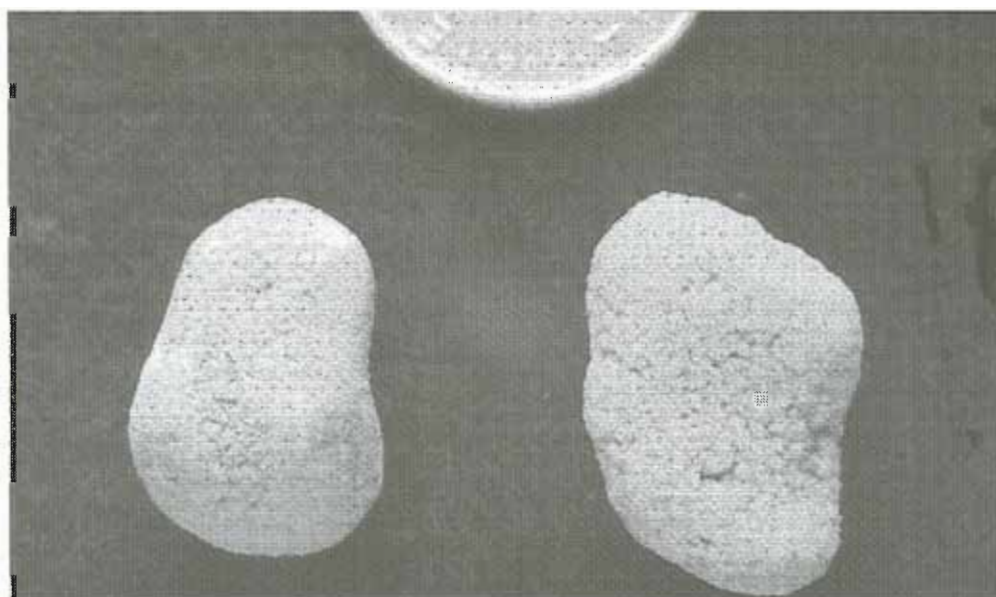
δ) ακανόνιστοι κόκκοι, όταν δεν διαθέτουν τα παραπάνω χαρακτηριστικά (εικ.4).



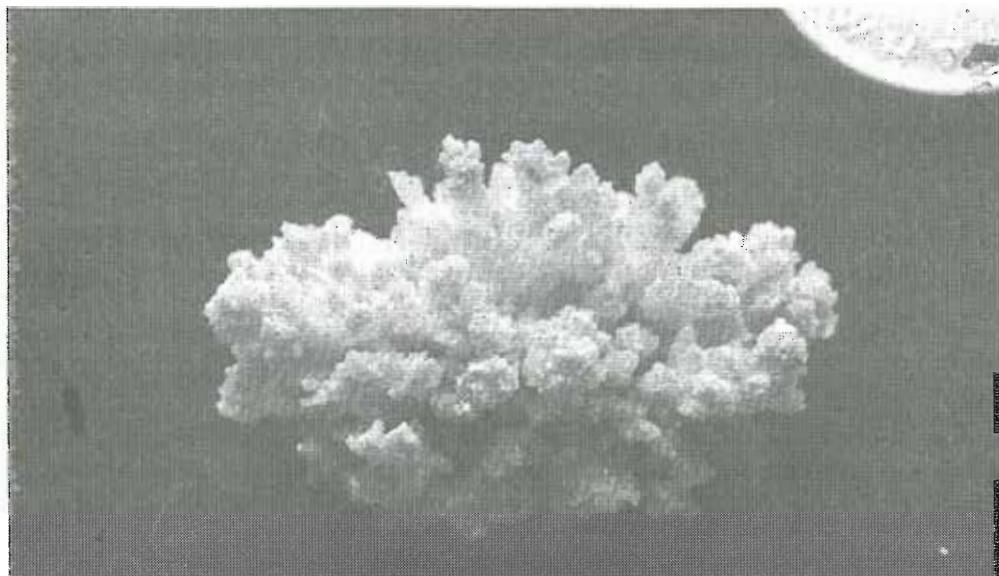
Εικ. 1 Αντιπροσωπευτικά δείγματα από τις μεγαλύτερες και μικρότερες απλές συγκριματικές σπηλαιοαποθέσεις.



Εικ. 2 Ωοειδής (αριστερό δείγμα) και σφαιροειδής (δεξιό δείγμα) συγκριματικές σπηλαιοαποθέσεις.



Εικ. 3 Δισκοειδούς σχήματος συγκριματική σπηλαιοαπόθεση με κουνουπιδοειδή εξανθήματα.

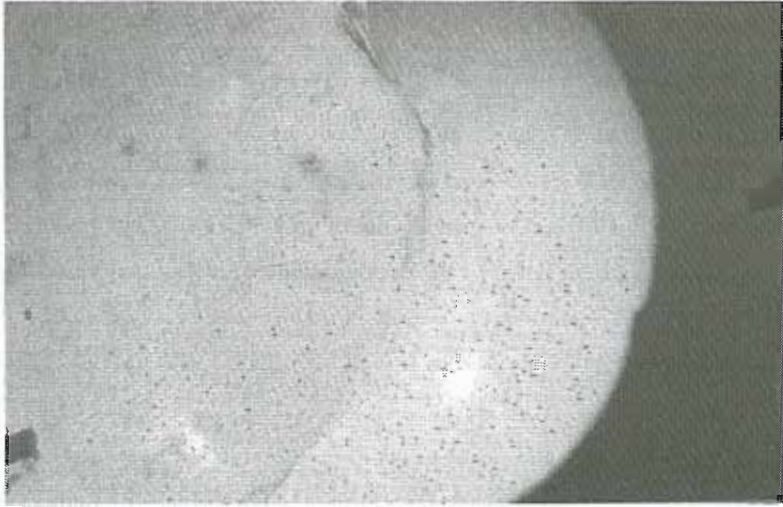


Εικ. 4 Ακανονίστου σχήματος επιφλοιωμένοι κόκκοι.

Τα απλά αυτά συγκρίματα συνίσταται από πολλές επιφλοιώσεις και μπορούν να θεωρηθούν κατ' αναλογία των ωειδών (BOGGS, 1992) ώριμα ή κανονικά (εικ. 5). Ενώ είναι μικρότερος ο αριθμός των δειγμάτων που αποτελούνται από περιορισμένο αριθμό επιφλοιώσεων (3-4) και μπορούν να χαρακτηρισθούν ως “επιπόλαια” (superficial).



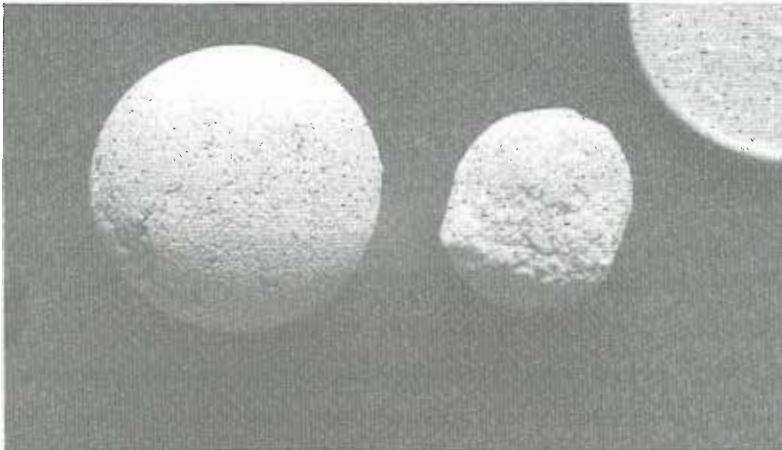
Εικ. 5 Μικροσκοπική τομή. Συγκεντρικές επιφλοιώσεις ωρίμων ή κανονικών συγκριμάτων (διακρίνεται και ο πυρήνας).



Εικ. 6 Σύνθετες συγκριματικές σπηλαιοαποθέσεις.

2). Τα σύνθετα συγκρίματα συνίσταται από συνένωση 3-4 μεμονωμένων ωρίμων κόκκων που μπορεί να ανήκουν στις κατηγορίες που αναφέρθηκαν, συνενωμένων με μικρό αριθμό (3-4 συνήθως) κοινών επιφλοιώσεων (εικ.6).

Εάν οι συνενωμένοι κόκκοι είναι περισσότεροι τότε οι σχηματισμοί είναι νεφροειδούς σχήματος. Οι σύνθετοι αυτοί κόκκοι δεν προέρχονται από την ανάπτυξη επιφλοιώσεων γύρω από δευτερογενείς πυρήνες που αποτίθενται επάνω στο φλοιό, αλλά από την συνένωση μεμονωμένων συγκριμάτων με πρόσθετες κοινές επιφλοιώσεις (κάτι αντίστοιχο με τα *lumps*) (εικ. 7).



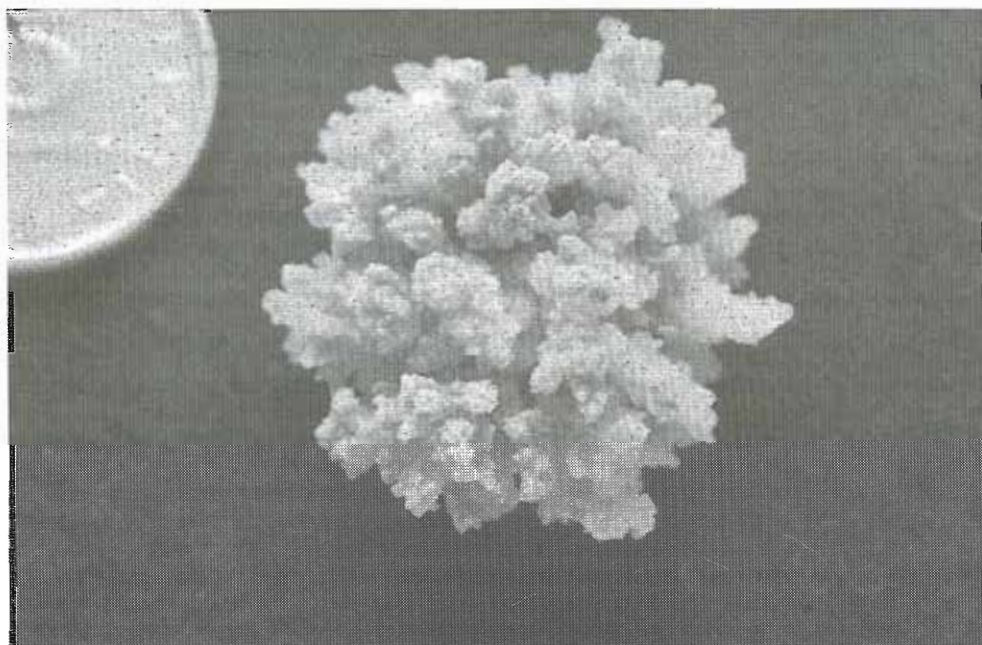
Εικ. 7 Σύνθετα συγκρίματα νεφροειδούς σχήματος.

Εξωτερική επιφάνεια

Στρογγυλότητα - Λόμψη - Κρυσταλλική δομή

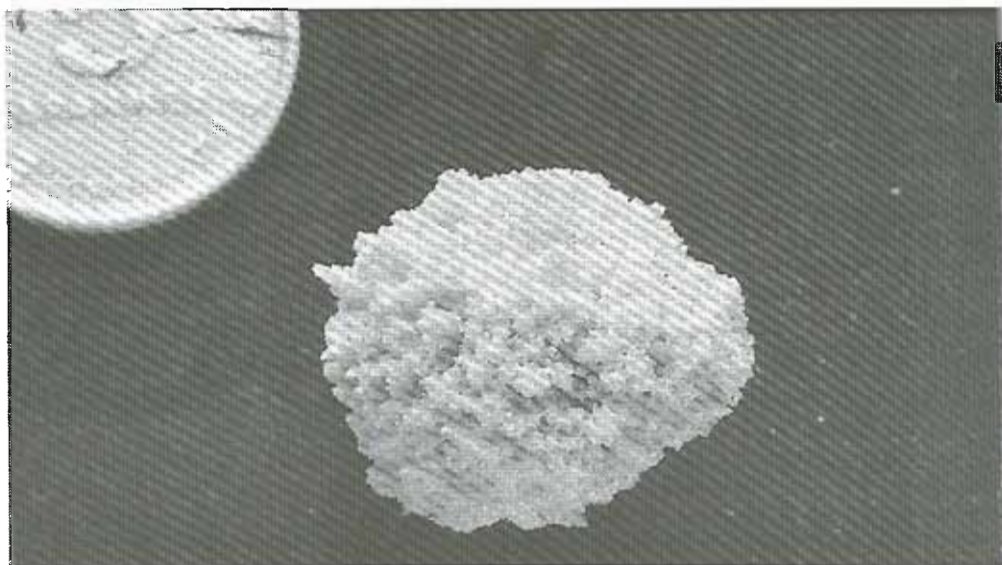
Κατά την ταξινόμηση και μελέτη των συγκριματικών σπηλαιοαποθέσεων παρατηρήθηκαν οι παρακάτω περιπτώσεις:

1). Επιφάνεια λευκή, υπόλευκη - λευκωπή, μικριτική, λεία, ή στιφρή, πολύ καλά αποτρογγυλωμένη, με πολύ καλή σφαιρικότητα και έντονη στιλπνότητα. Τα δείγματα της κατηγορίας αυτής χαρακτηρίζονται σαν μαργαριτάρια σπηλαίων (cave pearls) λόγω της ομοιότητάς τους με τα πραγματικά μαργαριτάρια (εικ.8).

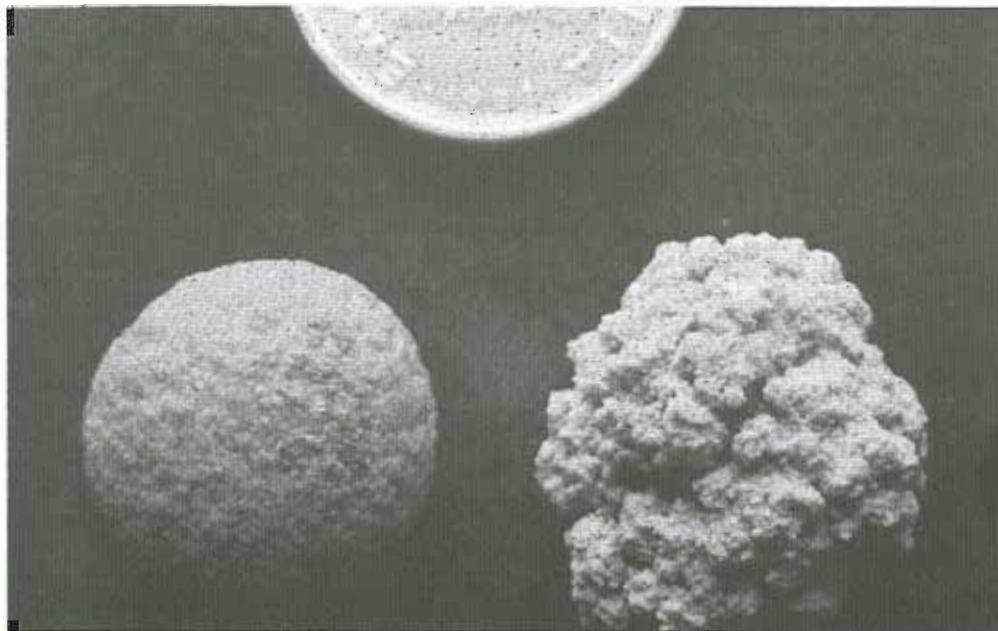


Εικ. 8 Μαργαριτάρια σπηλαίων όπου παρουσιάζεται η εξωτερική επιφάνεια με μεγάλη στιλπνότητα και η εσωτερική επιφλοίωση με μικρότερη.

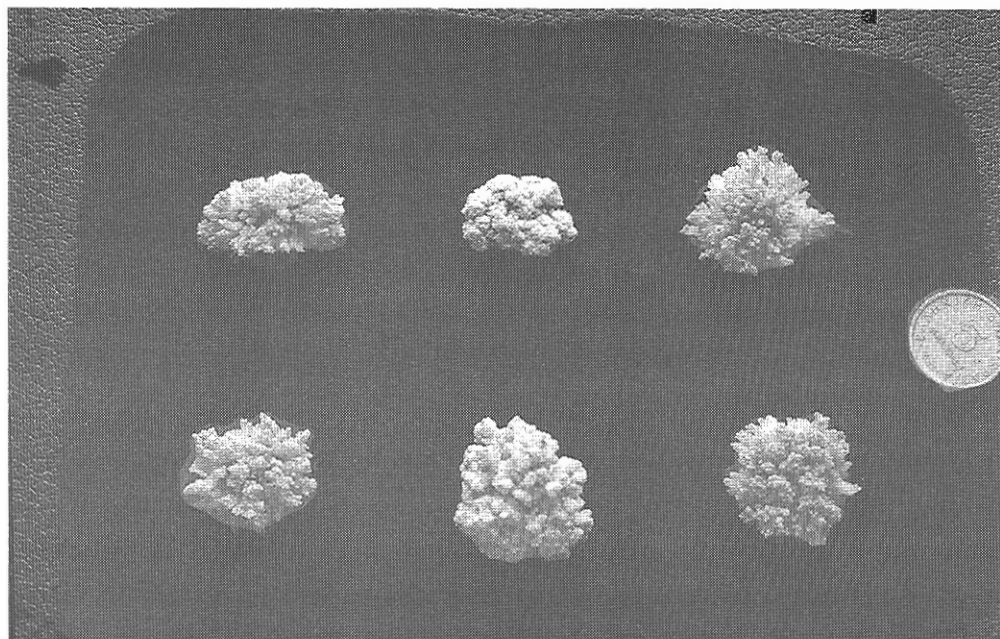
2). Επιφάνεια λευκή, μικριτική, εμφάνιση κιμωλώδης, μικροτέρου ειδικού βάρους, χωρίς λάμψη, με μειωμένη σκληρότητα. Οι σχηματισμοί αυτοί μπορούν να χαρακτηρισθούν ως ωόλιθοι σπηλαίων (cave ooliths) (εικ.9).



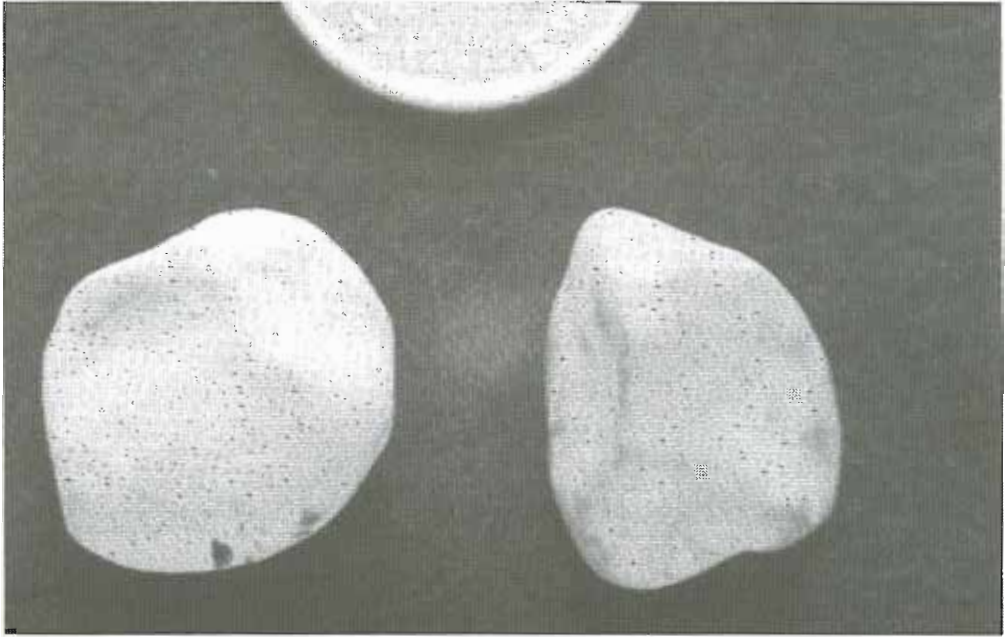
3). Επιφάνεια με ανάπτυξη σπαριτικών κρυστάλλων ασβεστίτη, ακτινωτός διευθετημένων κατά δέσμες γύρω από τον πυρήνα σε επάλληλες επιφλοιώσεις. Το χρώμα τους κυμαίνεται από λευκό-υπόλευκο έως φαιό. Το μέγεθος των σπαριτικών κρυστάλλων διαφέρει στα διάφορα δείγματα. Παρατηρούνται δείγματα με καλή στρογγυλότητα με βραχυπρισματικούς κρυστάλλους ασβεστίτη, χωρίς μεγάλο πορώδες, διατεταγμένους σε πυκνή δομή (εικ.10, δεξιό δείγμα). Σε άλλα δείγματα η διάταξη των κρυστάλλων δεν είναι τόσο πυκνή, αλλά δενδριτική ή κατά δέσμες. Η εμφάνιση των δειγμάτων αυτών μπορεί να παρομοιασθεί με την μορφή του κουνουπιδιού (εικ.10, αριστερό δείγμα). Τέλος παρατηρήθηκαν δείγματα με μακρυπρισματικούς κρυστάλλους ασβεστίτη ακτινωτός διατεταγμένους, γύρω από κεντρικά σημεία κάθετα στις επιφλοιώσεις. Ο αριθμός των επιφλοιώσεων του τύπου αυτού γενικώς είναι μικρότερος από τους προηγούμενους. Παρουσιάζουν μορφή ακανθοειδή (εικ.11), και δύναται να παρομοιασθούν με ορισμένους τύπους κοραλλίων και να χαρακτηρισθούν ως κοράλλια σπηλαίων (cave corals) ή κοραλλιοειδή συγκρίματα (εικ.12, 13).



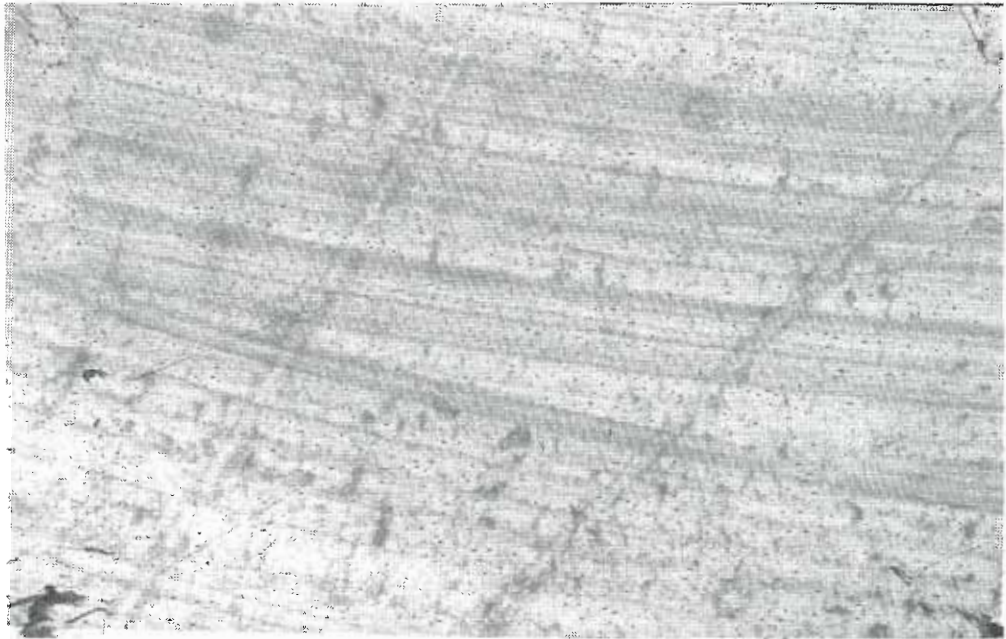
Εικ. 10. Σηπλαιοσπόθεση με μορφή κουνουπιδιού (αριστερό δείγμα).



Εικ. 11. Σηπλαιοσπόθεση με μορφή ακανθοειδή.



Εικ. 12. Κοράλλια σπηλαίων.



Εικ. 13. Διάφορα δείγματα κοραλλίων σπηλαίων.

4). Επιφλοιωμένοι κόκκοι (coated grains) με επιφάνεια μικριτικού ή σπαριτικού ασβεστίτη με μικρό αριθμό επιφλοιώσεων. Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει συνήθως κόκκους κλαστικής προελεύσεως, γύρω από τους οποίους δημιουργήθηκαν οι επιφλοιώσεις (εικ.14).



Εικ. 14 Επιφλοιωμένοι κόκκοι.

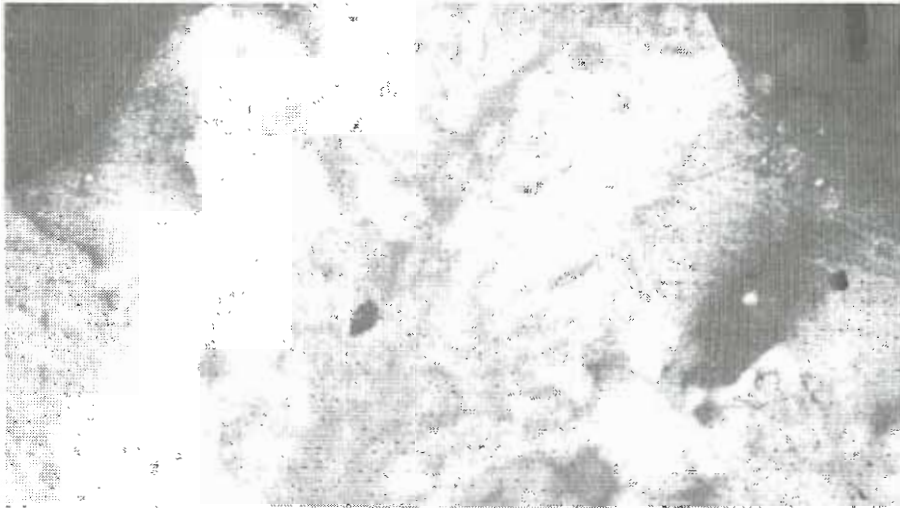
Εξωτερική Δομή

Πετρογραφικές παρατηρήσεις

Η εσωτερική δομή των συγκριματικών αυτών αποθέσεων παρουσιάζει συγκεντρικές επιφλοιώσεις, πολύ ευδιάκριτες και ολοκληρωμένες (σπάνια εμφανίζουν αποσφηνώσεις ή ημισφαιροειδείς επιφλοιώσεις) (εικ.15). Είναι καμπύλες ή με λοφοειδή ανάπτυξη. Η λοφοειδής αυτή δόμηση μπορεί να οφείλεται στη διάταξη των κρυστάλλων του σπαρίτη, που κατά την ανάπτυξη τους καθίστανται επιμήκεις, ακτινωειδώς προσανατολισμένοι κατά δέσμες, αλλά πιθανόν να οφείλεται και σε βιολογικούς παράγοντες (εικ.16). Το πάχος των επιφλοιώσεων κυμαίνεται από 0.5mm περίπου έως μερικά χιλιοστά. Η διακύμανση αυτή δύναται να οφείλεται σε μεταβολή του μεγέθους των κρυστάλλων, δηλαδή των φυσικοχημικών συνθηκών σχηματισμού ή ακόμα και σε βιολογικούς παράγοντες.



Εικ. 15 Μικροσκοπική τομή μαργαριταριού σπηλαίου. Στο αριστερό τμήμα διακρίνονται αποσφηνώσεις ή ημισφαιροειδείς επιφλοιώσεις.



Εικ. 16 Μικροσκοπική τομή. Λοφοειδής διάταξη κρυστάλλων ασβεστίτη.

Οι επιφλοιώσεις διακρίνονται μεταξύ τους λόγω της διαφοράς του χρώματος ή της μεταβολής του μεγέθους των κρυστάλλων ή του πορώδους. Η παρατηρούμενη διαφορά στο χρώμα συνδέεται με το ποσοστό των αδιαλύτων υπολοίπων, όπως οξείδια του σιδήρου, μαγγανίου κ.α. καθώς και μικρών ποσοστών αργιλικών ορυκτών που τυχόν έχουν παγιδευθεί (εικ.17).



Εικ. 17 Μικροσκοπική τομή. Εγκλεισμάτα ακματίτη.

Το μέγεθος των κρυστάλλων του ασβεστίτη κυμαίνεται από μικρή - κρυπτοσπαρίτη σε σπαρίτη και το ποσοστό του διακρυσταλλικού πορώδους σχετίζεται άμεσα με το μέγεθος και την κρυσταλλική δομή. Όταν ο φλοιός συνίσταται από μικρήτη, το πορώδες είναι πολύ περιορισμένο. Όταν το κρυσταλλικό μέγεθος αυξάνει, εάν μιν οι κρύσταλλοι είναι δενδριτικοί το πορώδες είναι υψηλό, ενώ εάν είναι τριγωνικοί-πρισματικοί το πορώδες χαρακτηρίζεται χαμηλό (μικρό).

Ο πυρήνας των δειγμάτων που μελετήθηκαν δεν είναι πάντα ευδιάκριτος. Στις περισσότερες των περιπτώσεων δεν έχει διατηρηθεί. Στη θέση του υπάρχει κενό ή έχει δευτερογενώς ασβεστοποιηθεί. Το σχήμα του είναι σφαιρικό ή ακανόνιστο (εικ. 5). Στα μαργαριτάρια των σπηλαίων ο πυρήνας βρίσκεται ακριβώς στο κέντρο του συγκρίματος δύναται όμως να είναι εν μέρει έκκεντρος εάν η ανάπτυξη έχει ευνοηθεί από μία πλάγια πλευρά περισσότερο από ότι η άλλη. Παρόμοιο γεγονός έχει πιστοποιηθεί ότι συμβαίνει και στα κοράλλια των σπηλαίων.

Μορφολογία των κρυστάλλων - Υφές

Από το σύνολο των μελετηθέντων δειγμάτων πιστοποιήθηκαν οι παρακάτω κρυσταλλικές υφές :

α) Υφή πασσαλοειδής - στυλοειδής.

Και οι δύο παραπάνω όροι αναφέρονται στην ίδια υφή (Kendall & Broughton, 1978, Maire 1990) και μόνο σε πλέον πρόσφατες αναφορές γίνεται διάκριση αναλόγως με το μέγεθος των κρυστάλλων, το πορώδες και τον τρόπο σχηματισμού (Genty, 1992).

Η στυλοειδής υφή διακρίνεται από την πασσαλοειδή λόγω της μεγάλης επιμήκυνσης των κρυστάλλων, (ύψος αρκετών mm). Ο λόγος των αξόνων L/I είναι πολύ υψηλός και το διακρυσταλλικό πορώδες έντονο. Οι στύλοι διαχωρίζονται από διακρυσταλλικά κενά σχηματίζοντας συχνά φακούς και γεωειδή. Αναπτύσσονται κάτω από σχετικώς παχιά μεμβράνη ύδατος, που αντιστοιχεί σε παλαιά βύθιση ή *minigour* έτσι ώστε να είναι δυνατή η ανάπτυξη μεγάλων κρυστάλλων. Το ποσοστό της αναπτύξεως των κρυστάλλων προς τα πλάγια επιτρέπει μία ακόμη διάκριση της στυλοειδούς υφής κατά δέσμη.

Η πασσαλοειδής υφή χαρακτηρίζεται από βραχυπρισματικούς κρυστάλλους παραλλήλους στη σειρά και συνδεδεμένους μεταξύ τους, μικρότερους από εκείνους της στυλοειδούς υφής.

Οι κρύσταλλοι αυτοί δύναται να αναπτυχθούν κάτω από πολύ λεπτή μεμβράνη ύδατος (0,1 mm) και αμείωτη ροή (Dreybrodt 1980, 1981). Πρόκειται για τον τύπο του ασβεστίτη που χαρακτηρίζεται ως (*length fast calcite*) «τάχιστα επιμηκυσμένος ασβεστίτης» από τους Folk & Assereto, 1976.

β) Υφή σπαριτική.

Συνίσταται από κρυστάλλους μωσαϊτικού σπαριτικού ασβεστίτη, χωρίς εμφανές πορώδες. Ο σχηματισμός πρωτογενούς σπαριτικού ασβεστίτη συνήθως υποδηλώνει απόθεση σε αναταρασόμενα ύδατα με μέτρια έως ισχυρή υδροδυναμική κίνηση. Βέβαια μωσαϊτικός σπαριτικός ασβεστίτης δύναται να προκύψει δευτερογενώς και από τον μετασχηματισμό του αραγωνίτη.

γ) Υφή σφαιρική (*Spherulitic*) ή δεσμιδωτή (*Fascide*).

Στην περίπτωση αυτή παρατηρούνται ινώδεις κρύσταλλοι ασβεστίτη οι οποίοι αναπτύσσονται με ακτινωτή (σφαιρική) διάταξη, κατά ακτινωειδώς προσανατολισμένες δέσμες από ένα κεντρικό σημείο, κάθετα στους συγκεντρικούς φλοιούς. Στα διασταυρωμένα Nicols παρουσιάζεται κατάσβεση είτε ομαλή είτε ανώμαλη. Ένας χαρακτηριστικός τύπος ασβεστίτη ο οποίος εμφανίζεται με ανώμαλη κατάσβεση είναι ο ακτινωειδώς διατεταγμένος ινώδης ασβεστίτης με καμπυλομένους οπτικούς άξονες και επίπεδα διδυμίας (εικ. 18).



Εικ. 18 Μικροσκοπική τομή. Ακτινωειδώς διατεταγμένου ινώδη ασβεστίτη με καμπυλομένους οπτικούς άξονες.

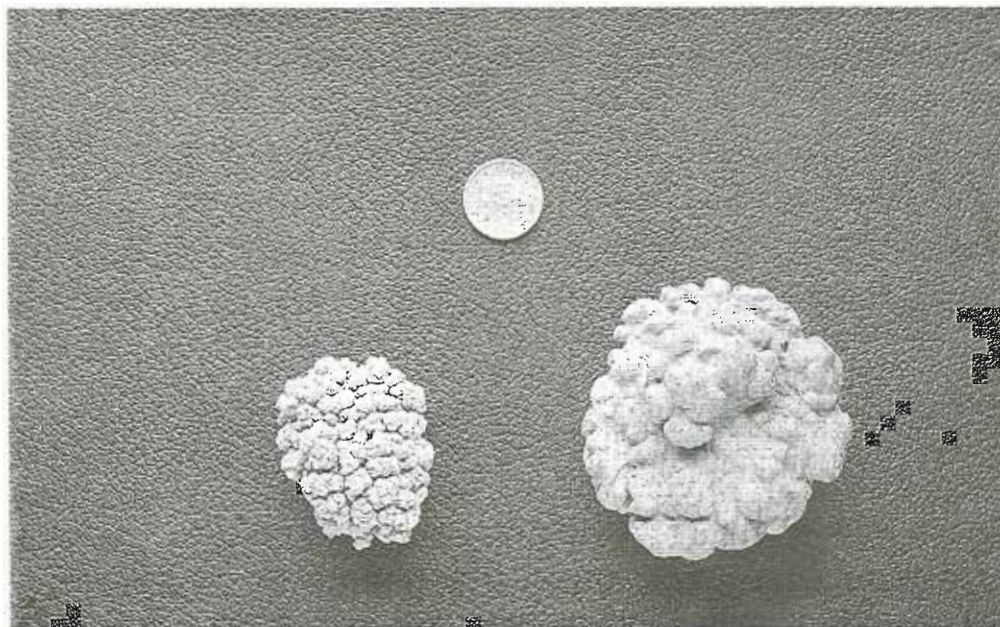
Οι δορυνοειδείς εμφανίσεις ασβεστίτη που παρατηρήθηκαν δείχνουν ότι πιθανόν να προέρχεται από νεομορφισμό του αραγωνίτη (Tucker 1988) (εικ. 19).

Άλλες ενδείξεις μετατροπής πρωτογενούς αραγωνίτη σε ασβεστίτη αποτελούν τα υπολείμματα αραγωνίτη με βελονοειδείς ακατάστατους κρυστάλλους. Μία τέτοια επιβεβαίωση πραγματοποιείται με αναλύσεις ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σαρώσεως (SEM), δεδομένου ότι ούτε τα γεωχημικά στοιχεία (όπως το Sr) μπορούν να μας δώσουν πληροφορίες για τον νεομορφισμό του αραγωνίτη, σε περιβάλλον σπηλαίων.

Ορυκτολογική Ανάλυση

Οι ορυκτολογικοί προσδιορισμοί των μελετηθέντων δειγμάτων, πραγματοποιήθηκαν με περιθλασίμετρο ακτίνων X (XRD). Τα ορυκτά που ανιχνεύθηκαν μπορούμε να τα διακρίνουμε σε δύο κατηγορίες : στα αυθιγενή και στα κλαστικά.

Στα αυθιγενή ανήκουν τα ανθρακικά ορυκτά. Στην πλειοψηφία των δειγμάτων κυριαρχεί ο ασβεστίτης. Σε ορισμένα δείγματα μόνο ανιχνεύθηκαν ίχνη ασβεστίτη με χαμηλά ποσοστά Mg (LMC). Ενδεχομένως σε μερικά δείγματα να έχει αρχικά σχηματισθεί αραγωνίτης. Ο νεομορφισμός όμως του αραγωνίτη σε ασβεστίτη δεν είναι πάντοτε ανιχνεύσιμος. Μία μελέτη με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σαρώσεως ή μικροαναλυτή, ενδεχομένως να έδινε περισσότερα στοιχεία. Εκτός των ανθρακικών συστατικών συνυπάρχουν πολύ μικρές ποσότητες οξειδίων ή και αργλικών ορυκτών, κλαστικής προελεύσεως που μεταφέρονται στο περιβάλλον του σπηλαιίου με την κίνηση του νερού.



Εικ. 19 Μικροσκοπική τομή. Βοτρυοειδείς εμφανίσεις ασβεστίτη.

Γεωχημική Ανάλυση

Οι γεωχημικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν ενδεικτικά σε επιλεγμένα δείγματα με περιθλασίμετρο ακτίνων φθορισμού (XRF) για μεν τα κύρια στοιχεία στα Ca

και Fe, για δε τα ιχνοστοιχεία σε Sr, Br, Ba, Mn, Ni, Cu, Zn, Pb, Y, I, Su, Ti, Cr, κ.α.

Σε ορισμένα ιχνοστοιχεία παρατηρείται εμπλουτισμός κατά περιοχές, αλλά για τον συσχετισμό και την εξαγωγή συμπερασμάτων απαιτούνται πιο λεπτομερείς αναλύσεις δεδομένου ότι το μετεωρικό ύδωρ στην πορεία του παρασύρει στοιχεία από τους σχηματισμούς από τους οποίους διέρχεται και τα οποία υπό κατάλληλες συνθήκες αποτίθενται μαζί με τα ανθρακικά ορυκτά.

Συμπεράσματα :

Εκ των παρατηρήσεων και των καταγραφών των διαφορετικών τύπων υδατινών σπηλαιοσποθέσεων έγινε φανερή η σημαντική ποικιλία μορφών και δομών αυτών των συγκριματικών συγκεντρικών αποθέσεων.

Η παρουσία μικριτικών επιφλοιώσεων σε πηλολίθους σπηλαίων δεν είναι ευρέως καταγεγραμμένη αλλά έχει αναφερθεί (Esteban & Klappa 1983, Jones & Mac Donald 1989).

Σε μετεωρικό περιβάλλον οι μικριτικές επιφλοιώσεις μπορούν να σχηματισθούν με πολλούς τρόπους. Από την πετρογραφική μελέτη φαίνεται ότι ίσως σχηματίζεται λόγω παγιδεύσεως και συνενώσεως μεταφερομένων αδιαλύτων συστατικών (κόκκων ή ίσως μικροστροματόλιθων), (Jones & Kahle, 1984), από σπαριτίωση, μικριτοποίηση μερικώς διαλελυμένων κρυστάλλων σπαρίτη (Jones & Penberton, 1987) ή από ανόργανη καθίζηση και μεταβολή των συνθηκών του μικροπεριβάλλοντος (μεταβολή του ποσοστού του εξαερούμενου CO₂, της εξατμίσεως, του ρυθμού παροχής υλικού, του βαθμού ανάδευσης του ύδατος).

Πιθανόν οι ινώδεις κρύσταλλοι ασβεστίτη να σχηματίζονται λόγω της αργής καθίζησης ενώ του μικρίτη λόγω ταχείας καθίζησης που συνδέεται με εξάτμιση. Οι εναλλαγές ανοιχτόχρωμων - σκοτεινόχρωμων φλοιών δυνατόν να αποτυπώνει τις εποχιακές εναλλαγές, ή ακόμη να οφείλεται στην παρουσία φινκωδών μικροοργανισμών.

Ο λόγος Mg/Ca στη διαμόρφωση των κρυστάλλων φαίνεται να είναι πολύ περιορισμένος και πιο πολύ η μορφολογία εξαρτάται από τον ρυθμό αναπτύξεως

και τον βαθμό κορεσμού (Given & Wilkinson 1985). Φαίνεται ότι οι βελονοειδείς κρύσταλλοι σχετίζονται με την ταχεία εξαέρωση του CO₂ και την έντονη εξάτμιση που έχει ως αποτέλεσμα τον υπερκορεσμό σε υψηλό βαθμό.

Η ανάπτυξη των κρυστάλλων του ασβεστίτη ελέγχεται και από την χημική σύσταση του ύδατος, που με τη σειρά της επηρεάζεται από τους υπερκείμενους σχηματισμούς. Οι διακυμάνσεις αναφέρονται σε μικροκλίμακα.

Η πολυπλοκότητα των συγκεντρικών συγκριματικών υδατινών σπηλαιοσποθέσεων δείχνει ότι οι μικρές λεκάνες ιζηματογένεσης παρ' όλο το μέγεθος τους είναι θέσεις σύνθετου και μεταβαλλόμενου μικροπεριβάλλοντος.

Abstract

The concretionary, concentric, water speleothems, -known as «cave pearls»- are one of the many carbonate forms which evolve in speleoenvironments. In this study a first approach concerning the recognition, description and classification of the most representative samples of these deposits from many caves of the greek area is realised.

The cave pearls can be distinguished in simple, complex and nephroid forms.

The mineralogical composition of these speleothems shows a great variety. Since today, more than 16 minerals have been recognized 15 of them are carbonaceous and 6 of them contain CaCO₃.

Due to the great variety of their mineralogical composition and the abundance of their crystalline textures, cave pearls considered as very important paleoenvironmental indices.

Βιβλιογραφία

- Baker H., Smart P.L., Edwarols R.L. & A. Richards (1993). Annual growth bandings in a cave stalagnite - *Nature*, 364, 518-520.
- Dorale J.A. Gouzaler L.A., Reagan M.K., Pickett D.A, Murrell M.T. & R.G. Baker (1992). A high-resolution recoral of Holocene climate change in speleothem calcite from cold water cave, northeast Iowa. *Science*, 258, 1626-1630.

- Dreybrodt W. (1980). Deposition of calcite from thin films of natural calcareous solutions and the growth of speleothems. *Chem. Geol.*, 29, 80-105.
- Dreybrodt W. (1981). The kinetic of calcite precipitation from thin films of calcareous solutions and the growth of speleothems : revisited - *Chem. Geol.*, 32, 237-245.
- Ducham R.J. (1970). Stratigraphic reef versus ecologic reefs. *Am. Assoc. Petroleum Geol. Bull.*, 54, 1931-1932.
- Esteban M. & Klappa C.F. (1983). Subaerial exposure in Scholle PA, Bebout D.G. & Moore Carbonate Depositional Environments, *AAPG*, 33, 1-54.
- Folk R.L. & Assereto R. (1976). Comparative fabrics of length-slow and length-fast calcite 9 calcitized in a Holocene speleothem, Carlsbad Cavern, N.Mexico - *Journal Sedimentology and Petrology*, 46, 3, 486-496.
- Genty D. (1992). Les speleothemes du tunnel de godarvill - un exemple exceptionnel de concrétionnement modéré - retour pour l'étude de la cinétique de la précipitation de la calcite et de sa relation avec les variations d'environnement - *Speleochronos*, 4, 3-29.
- Given R.K. & Wilkinson B.H. (1985). Kinetic control of morphology, composition a mineralogy of a biotic sedimentary carbonates. *Journal of Sedimentology & Petrology*, 55, 109-119.
- Jones a Mac Donald (1989). Pissolites : *Journal of Sedimentary & Petrology*, 59, 387.
- Jones B. & Kahle C.F (1986). Dentritic calcite crystals Formed by calcification of algal filaments in a vadose environment. *Journal of Sedim. & Petrology*, 16, 217-227.
- Kendall A. & P.L. Broughton (1978). Origin of fabrics in speleothems composed of columnar calcite crystals - *Journal of Sedimentology and Petrology*, 48, 2, 519-538.
- Maire R. (1990). La haute montagne calcaire. *Karstology Memoires*, 3, 731.
- Moore G.W. (1956). Aragonite Speleothemes as indicators of paleotemperatures. *Amer. Journal of Science*, 254, 746-753.
- Rogers B.W. & Williams K.M. (1982). Mineralogy of library cave, Kings Canyon National Park, California, *Nat. Speleol. Soc Bull.* 44, 23-31.
- Tucker M. (1988). Techniques in Sedimentology. *Blackwell Sp. Publ.*
- Wells A.N (1971). Cave calcite : *Studies in Speleology*, v.2, 129-148.
- White W.B. (1976). Cave minerals a speleothems in T.C. Ford & C Cullingford, *The science of speleology*, 267-328 Acad. Press, London.