

ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΩΝ ΠΕΡΙΔΟΤΙΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ-ΔΡΑΚΑΙΩΝ (Δ. ΣΑΜΟΣ)*

Π. ΠΟΜΩΝΗΣ¹, Κ. ΧΑΤΖΗΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ²

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην περιοχή Καλλιθέα-Δρακείοι, το μεγαλύτερο τμήμα του ανώτερου καλύμματος δομείται από έναν ετερογενή σχηματισμό πετρωμάτων τύπου οφιολιθικής μέlange, ο οποίος αποτελείται κυρίως από υπερβασικά σώματα ποικίλου μεγέθους. Τα σώματα αυτά στην πλειονότητά τους είναι σερπεντινωμένοι περιδοτίτες, ενώ σπανιότερα εμφανίζονται υπολειμματικοί περιδοτίτες, οι οποίοι παρουσιάζουν ιστολογικά χαρακτηριστικά όμοια με εκείνα περιδοτιτών του ανώτερου μανδύα. Με βάση τη γεωχημική τους σύσταση ταξινομήθηκαν σε χαρτζβουργιτικού και λερζόλιθικού τύπου περιδοτίτες όπου οι πρώτοι φαίνεται να υπερισχύουν των τελευταίων. Επίσης οι χαρτζβουργίτες παρουσιάζουν χαρακτηριστικά τυπικού εκχυμωμένου μανδύα σε αντίθεση με τους λερζόλιθους στους οποίους παρατηρείται ένας πιο γόνιμος χαρακτήρας. Ένα περιβάλλον παρόμοιο με αυτό μιας μεσοωκεάνειας ράχης θεωρείται ως πιθανότερος παλαιογεωγραφικός χώρος για τη δημιουργία αυτών των πετρωμάτων.

ABSTRACT

The largest part of the uppermost nappe of Kallithea-Drakei area, is structured from an heterogeneous rock formation of ophiolitic mélange type. The main part of this formation, is constituted from ultramafic bodies of varied size. A great number of these bodies is serpentinized peridotites, whereas relict peridotites with textural features alike to peridotites of the upper mantle, rarely appear. According to their chemistry, they were classified to hartzburgites, which are predominant and lherzolites, which are more restricted. The former are considered as products of a typical depleted upper mantle, whereas the latter are more fertile. A mid-ocean ridge regime is suggested as the most probable palaeogeographic environment, for the investigated rocks.

KEY WORDS: uppermost nappe, ophiolitic mélange, relict peridotites, porphyroclasts, neoblasts, depleted mantle, Samos.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι σερπεντινίτες, οι οποίοι αντιπροσωπεύουν υπολείμματα ενός αρχικά ευρύτερου οφιολιθικού καλύμματος, θεωρούνταν στο παρελθόν από πολλούς ερευνητές ως λιγότερο ελκυστικά πετρώματα για έρευνα. Ο κύριος λόγος ήταν ότι η εξέταση των πετρωμάτων αυτών δύσκολα θα οδηγούσε σε χρήσιμα πετρολογικά και γεωχημικά συμπεράσματα. Με την πάροδο του χρόνου όμως έχει αποδειχθεί ότι σχεδόν όλοι οι σερπεντινίτες περιέχουν υπολείμματα περιδοτιτών. Η εξέταση τόσο αυτών όσο και των ίδιων των σερπεντινιτών παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με το χαρακτήρα του αρχικού περιδοτιτικού υλικού.

* PETROGRAPHY AND GEOCHEMISTRY OF RELICT PERIDOTITES OF THE KALLITHEA-DRAKEI AREA (W.SAMOS).

¹ B.Sc Geologist, Department of Geology, University of Patras, 261.10 PATRAS, GREECE

² Assoc. Prof., Department of Geology, University of Patras, 261.10 PATRAS, GREECE.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ - ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ

Η Σάμος σύμφωνα με τους DÜRR et al. 1979 εντάσσεται στις "Ενδιάμεσες Κρυσταλλικές Μάζες", ανάμεσα στην Αττικοκυκλαδική ζώνη και στην κρυσταλλική μάζα του Menderes.

Οι SPRATT 1847, NASSE 1875, DE STEFANI et al. 1891, BUTZ 1912, SCHNEIDER 1914 και GUERNET 1972 έδωσαν τις πρώτες πληροφορίες σχετικά με τη γεωλογική δομή της νήσου. Η πρώτη ολοκληρωμένη έρευνα της γεωλογικής δομής της Σάμου έγινε από το ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟ 1979, ο οποίος διέκρινε τις μεταμορφικές ενότητες του Κερκετέα, του Αγ.Ιωάννη, της Αμπέλου και των Βουρλιωτών πάνω στις οποίες βρίσκονται επονημένα μαγματικά και ιζηματογενή πετρώματα της ενότητας Καλλιθέας. Ο PAPANIKOLAΟΥ 1979 δέχεται ότι οι παραπάνω ενότητες δεν αποτελούν μια συνεχόμενη σειρά μεταμορφωμένων πετρωμάτων, αλλά πρόκειται για ανεξάρτητα τεκτονικά καλύμματα.

Οι MPOSKOS και PERDIKATSI 1984 ασχολήθηκαν με την πετρολογία των γλαυκοφανετικών μεταγύβρων της ενότητας Αμπέλου και με βάση πετρογραφικές και γεωχημικές αναλύσεις κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα πετρώματα αυτά ανακρυσταλλώθηκαν από μια HP/LT-μεταμορφική φάση.

Οι MEZGER & OKRUSCH 1985 και MEZGER et al. 1985 περιγράφουν στο δυτικό τμήμα της Σάμου μια ποικιλόμορφη σειρά μεταμορφωμένων πετρωμάτων μέσα στην οποία εμφανίζονται όξινη μαγματικές διεοδύσεις.

Τέλος οι PE-PIPER & ΚΟΤΟΠΟΥΛΙ 1991 μελετώντας τα ηφαιστειακά πετρώματα της ενότητας Καλλιθέας τα διακρίνουν με βάση τα γεωχημικά τους χαρακτηριστικά σε αλκαλικούς ηφαιστειίτες Τριαδικής ηλικίας και σε βασαλτικά τύπου MORB.

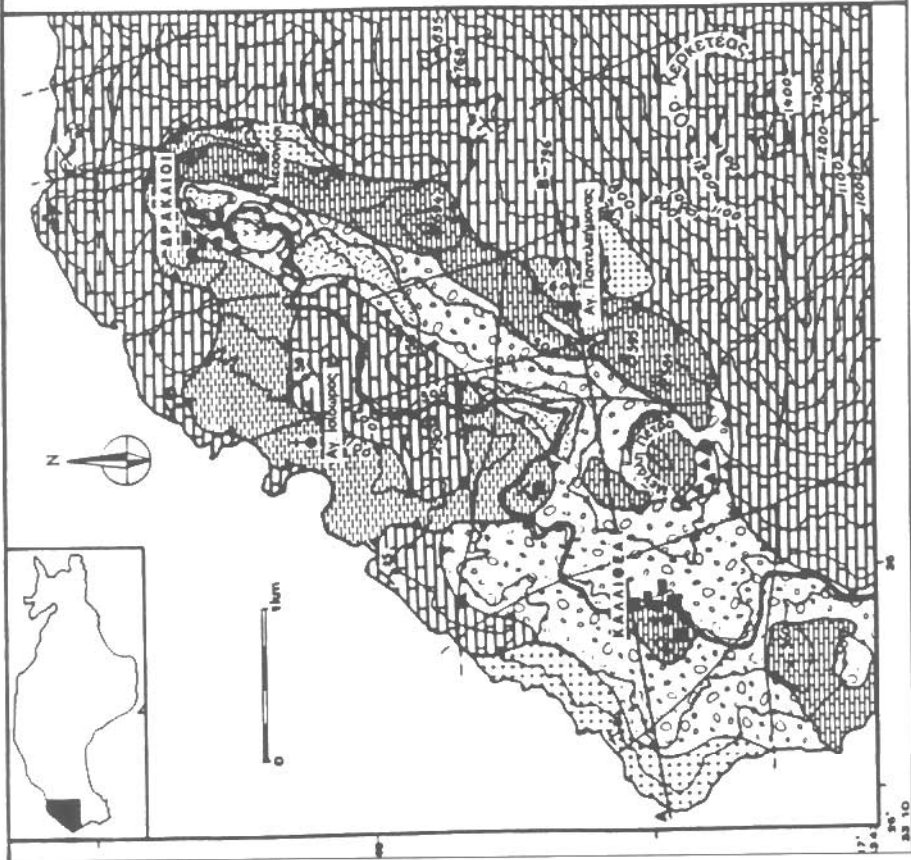
Λαμβάνοντας υπόψη τις εργασίες των ερευνητών που αναφέρθηκαν και τις δικές μας παρατηρήσεις, φαίνεται ότι η νήσος Σάμος δομείται από τις εξής σειρές πετρωμάτων: στη βάση εμφανίζεται η αυτόχθονη σειρά ανοιχτόχρωμων αδροκρυσταλλικών μαρμάρων μεγάλου πάχους με κατά θέσεις σχιστολιθικούς σχηματισμούς μεταφλύσχη της ενότητας Κερκετέα. Πάνω στο υπόβαθρο βρίσκονται επονημένες υπό μορφή τεκτονικών καλυμμάτων η ενότητα Αγ.Ιωάννη με μεταβασιικά πετρώματα, η ενότητα Αμπέλου με εναλλαγές μαρμάρων και σχιστολίθων και η ενότητα Βουρλιωτών με μάρμαρα και μαρμαρηνιακούς σχιστολίθους. Η ανώτερη καλυμματική ενότητα Καλλιθέας εμφανίζεται μόνο στο δυτικό τμήμα της νήσου και αποτελείται: α) από το σύμπλεγμα Καλλιθέας με μεταμορφωμένα πετρώματα αμφιβολιτικής φάσης, μέσα στα οποία παρατηρούνται ενίοτε μαγματικές διεοδύσεις, β) από μη μεταμορφωμένες οφιολιθικές σειρές και γ) από ιζηματογενή, κυρίως ασβεστολιθικά πετρώματα. Τέλος Τεταρτογενείς και Νεογενείς σχηματισμοί ολοκληρώνουν τη γεωλογική δομή της Σάμου.

Το κύριο ενδιαφέρον της εργασίας αυτής εστιάζεται στη διάθρωση της ανώτερης καλυμματικής ενότητας Καλλιθέας και στη μελέτη των οφιολιθικών πετρωμάτων, με ιδιαίτερη έμφαση στα υπερβασιικά πετρώματα της περιοχής, των οποίων τα πρώτα πετρογραφικά και γεωχημικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στη συνέχεια. Η παρούσα εργασία είναι συνέχεια μιας σειράς μελετών που πραγματοποιήθηκαν από μια ομάδα του Παν/μίου Πατρών σε οφιολιθικές εμφανίσεις των περιοχών Ρόδου, Καρπάθου, Κρήτης, Αγγελώνας, Αργολίδας και Δ.Θεσσαλίας (HATZIPANAGIOTΟΥ 1987,1990a,1990b; ΤΣΙΚΟΥΡΑΣ κ.ά. 1988; ΠΥΡΓΙΩΤΗΣ κ.ά. 1992). Γεωχημικά και πετρολογικά αποτελέσματα των μελετών αυτών αντιπαρατίθενται και συγκρίνονται με αυτά της περιοχής Καλλιθέας-Δρακίων.

ΑΝΩΤΕΡΟ ΟΦΙΟΛΙΘΙΚΟ ΚΑΛΥΜΜΑ

Η περυσική μελέτη, έκτασης ~22km², οριοθετείται από τους οικισμούς Καλλιθέας και Δρακίων στο δυτικό τμήμα της Σάμου. Το ενδιαφέρον της υπαίθριας εργασίας εστιάστηκε κυρίως στην εξάπλωση και στον τρόπο ανάπτυξης των οφιολιθικών πετρωμάτων. Προϊόν της εργασίας αυτής αποτελεί ο γεωλογικός χάρτης (Εικ.1) κλίμακας 1/25000 που κατασκευάστηκε χρησιμοποιώντας ως υπόβαθρο το γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ (ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ 1979), στον οποίο αποδίδονται τα γεωλογικά δεδομένα της περιοχής. Όπως διαπιστώνεται στο χάρτη που παρατίθεται, στην περιοχή μελέτης εμφανίζονται τρεις ενότητες. Στην πρώτη που αποτελεί το υπόβαθρο, συμμετέχουν μεγάλο

ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ
ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ - ΔΡΑΚΑΙΩΝ
(Δ. ΣΑΜΟΣ)



ΝΕΩΤΕΡΑ		ΜΕΣΑΙΑ		ΠΑΛΑΙΑ	
ΑΥΤΟΧΘΟΝΑ	ΕΠΟΤΗΤΑ ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ	ΕΠΟΤΗΤΑ ΑΜΠΕΛΟΥ	ΕΠΟΤΗΤΑ ΚΕΡΚΕΤΑΣ	ΚΑΘΗΚΟΝ ΕΠΙΦΑΝ	ΠΡΩΜΗ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝ
ΑΛΛΟΧΘΟΝΑ	ΕΠΟΤΗΤΑ ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ	ΕΠΟΤΗΤΑ ΑΜΠΕΛΟΥ	ΕΠΟΤΗΤΑ ΚΕΡΚΕΤΑΣ	ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝ	ΔΕΥΤΕΡΗ ΚΑΙ ΚΑΘΗ ΕΠΙΡΑΜΑΤΩΝ
ΥΠΟΜΗΜΑ		ΥΠΟΜΗΜΑ		ΥΠΟΜΗΜΑ	
ΝΕΟΤΕΡΑ ΕΣΤΙΑΜΑΤΑ	ΑΝΘΡΑΚΩΔΕΣ - ΙΟΥΡΑΙΚΟΙ ΛΙΒΕΤΤΩΔΕΣ	ΟΡΘΟΚΡΩΣΤΗ ΜΕΛΑΝΓΗ	ΑΥΤΟΓΕΝΕΤΑ ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΙΑΚΟΙ ΔΟΞΙΤΩΔΕΣ	ΜΑΡΜΑΡΑ ΚΕΡΚΕΤΑΣ
	ΑΝΘΡΑΚΩΔΕΣ - ΙΟΥΡΑΙΚΟΙ ΛΙΒΕΤΤΩΔΕΣ	ΟΡΘΟΚΡΩΣΤΗ ΜΕΛΑΝΓΗ	ΑΥΤΟΓΕΝΕΤΑ ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΙΑΚΟΙ ΔΟΞΙΤΩΔΕΣ	ΜΑΡΜΑΡΑ ΚΕΡΚΕΤΑΣ
	ΑΝΘΡΑΚΩΔΕΣ - ΙΟΥΡΑΙΚΟΙ ΛΙΒΕΤΤΩΔΕΣ	ΟΡΘΟΚΡΩΣΤΗ ΜΕΛΑΝΓΗ	ΑΥΤΟΓΕΝΕΤΑ ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΙΑΚΟΙ ΔΟΞΙΤΩΔΕΣ	ΜΑΡΜΑΡΑ ΚΕΡΚΕΤΑΣ
	ΑΝΘΡΑΚΩΔΕΣ - ΙΟΥΡΑΙΚΟΙ ΛΙΒΕΤΤΩΔΕΣ	ΟΡΘΟΚΡΩΣΤΗ ΜΕΛΑΝΓΗ	ΑΥΤΟΓΕΝΕΤΑ ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΙΑΚΟΙ ΔΟΞΙΤΩΔΕΣ	ΜΑΡΜΑΡΑ ΚΕΡΚΕΤΑΣ

Εικ. 1: Γεωλογικός χάρτης της περιοχής Καλλιθέας - Δρακαίων (Δ. Σάμος)

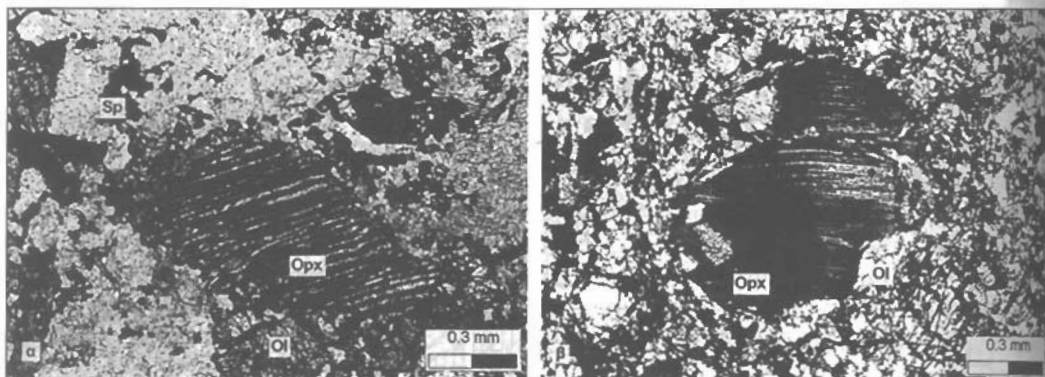
Fig. 1: Geological map of Kallithea - Drakeion area (W. Samos)

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

πάχους εμφανίσεις ανοιχτόχρωμων αδροκρυσταλλικών μαρμάρων της ενότητας Κερατέα πάνω στις οποίες βρίσκονται επιθημένοι μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι με εναλλαγές σπιτολινών της ενότητας Αμπέλου. Η ανώτερη ενότητα Καλλιθέας διαχωρίζεται σε τρεις υποενότητες. Το συμπλεγμα Καλλιθέας εκτείνεται στο δυτικότερο τμήμα της Σάμου και αποτελείται από μια ποικιλόμορφη ακολουθία δολομιτικών μαρμάρων, ασβεστοπυριτικών κεραιτών, αμφιβολιτών, μαρμάρων και χαλαζιτών. Η γένεση των πετρωμάτων αυτών σύμφωνα με τους MEZGER & OKRUSH 1985 προήλθε από μια αρχική ηφαιστειοϊζηματογενή σειρά στην οποία επέδρασαν συνθήκες μεταμόρφωσης ανάλογες της αμφιβολιτικής φάσης στην καθολική μεταμόρφωση και είναι συγκρίσιμα με ανάλογες σειρές Ανωκερτιδικών πετρωμάτων από τα νησιά Δονούσα, Ανάφη και Νικουριά. Η ακολουθία αυτή τέμνεται από ένα δίκτυο γρανιτικών έως γρανοδιοριτικών διεσδώσεων BBA-NNA διεύθυνσης, η ηλικία των οποίων προσδιορίστηκε σε 10 εκατομμύρια χρόνια (MEZGER et al. 1985).

Το κύριο μέρος του ανώτερου καλύμματος δομείται από έναν ετερογενή χαστικό σχηματισμό φαινόμενου πάχους 200-300m. Χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτού του σχηματισμού είναι η ανάμειξη τεμαχίων πετρωμάτων διαφορετικής γένεσης, το μέγεθος των οποίων κυμαίνεται από μερικά εκατοστά έως λίγες δεκάδες μέτρα. Συγκεκριμένα στην εμφάνιση αυτή παρατηρούνται ταχείες εναλλαγές μαγματικών και ιζηματογενών πετρωμάτων, γεγονός που καθιστά δυσχερή την επιμέρους χαρτογράφησή τους. Η απουσία κάποιας στρωματογραφικής ακολουθίας προσδίδει στο σχηματισμό αυτό ένα χαστικό χαρακτήρα. Τα τεμάχια των πετρωμάτων που τον συνθέτουν, τα οποία απαντώνται τόσο σε φακοειδείς όσο και σε ακανόνιστου σχήματος μορφές εφάπτονται μεταξύ τους με σαφή τεκτονικά όρια ως εξωτικά τεμάχια. Η ποικιλομορφία του χαστικού αυτού μίγματος οφείλεται στην ύπαρξη ενός ευρέως φάσματος λιθοτύπων όπως βασάλτικα πετρώματα συχνά με μαξιλαροειδή μορφή, υπολειμματικούς περιδοτίτες, σερπεντινίτες, λατυποπαγή, ραδιολαρίτες, αργιλικούς σχίστες, γραμμίτες και ασβεστόλιθους της φάσης ammonitico rosso.

Εμφανίσεις τέτοιων ετερογενών χαστικών σχηματισμών που συντίθενται από οφιολιθικά, ιζηματογενή αλλά και μεταμορφωμένα πετρώματα, έχει συχνά παρατηρηθεί στη βάση οφιολιθικών συμπλεγμάτων σε παγκόσμια κλίμακα. Η σημαντική συμμετοχή οφιολιθικού υλικού στους παραπάνω σχηματισμούς, οδήγησε τον GANSSER 1974 στην εισαγωγή του όρου οφιολιθική mélange.



Εικ. 2: α) Πορφυροκλάστης ορθοπυρόξενου (Opx) με λαμιέλες απόμιξης κλινοπυρόξενου. Ο κρύσταλλος περιβάλλεται από νεοβλάστες ολιβίνι (Ol), ενώ φαίνονται χαρακτηριστικά βοστρυχοειδή συσσωρεύματα σπινελίου (Sp) (Nicols -).

β) Ορθοπυρόξενικός πορφυροκλάστης (Opx) με εγκλωπιωμένα περιθώρια που περιβάλλεται από νεοβλάστες ολιβίνι (Ol). Χαρακτηριστική είναι η σιγμοειδής παραμόρφωση των λαμιλών κλινοπυρόξενου (100), καθώς και η κυματοειδής κατάσβεση (Nicols +).

Fig. 2: a) Orthopyroxene porphyroclast (Opx) with clinopyroxene exsolution lamellae. The crystal is surrounded by olivine neoblasts (Ol); botryoidal segregations of spinel (Sp) crystals also appear (Nicols -).

b) Orthopyroxene porphyroclast (Opx) with lobate boundaries; it is surrounded by olivine (Ol) neoblasts. This crystal contains clinopyroxene exsolution lamellae with sigmoidal deformation and characteristic undulatory extinction (Nicols +).

Τέλος τα υψηλότερα τοπογραφικά σημεία της ενότητας Καλλιθέας καταλαμβάνονται από μαζώδεις ολιβιτικούς και δολομιτικούς ασβεστόλιθους πάχους 100-200m Ανωτριάδικης-Κατωιουρασιακής ηλικίας, οι οποίοι είναι ελωθημένοι στην οφιολιθική mélange.

4. ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΑ

Με βάση την ορυκτολογική τους σύσταση και το βαθμό εξαλλοίωσής τους, τα υπερβασικά πετρώματα της περιοχής που μελετήθηκε διαχωρίστηκαν σε υπολεμματικούς περιδοτίτες και οερπεντινίτες.

Υπολεμματικοί περιδοτίτες

Πρόκειται για υπερβασικά πετρώματα τα οποία διατήρησαν την αρχική δομική και ορυκτολογική τους σύσταση και βρίσκονται ως εγκλωβισμένα τεμάχια μέσα σε οερπεντινίτες. Είναι γνωστό ότι η απαρίθμηση των ορυκτών φάσεων παρόμοιων πετρωμάτων στο μικροσκόπιο οδηγεί σε εσφαλμένα συμπεράσματα (PAMIC & MAYER 1977; DAWSON 1980; OEHN 1980). Έτσι, η ταξινόμηση των περιδοτιτών της περιοχής Καλλιθέας - Δρακαίων πραγματοποιήθηκε με γεωχημική μέθοδο με βάση την οποία διαπιστώθηκε ότι πρόκειται για χαρτζβουργιτικού και λερζολιθικού τύπου πετρώματα.

Η ομάδα των χαρτζβουργιτών χαρακτηρίζεται από την ορυκτολογική παραγένεση ολιβίνη και ορθοπυρόξενου, οι οποίοι εμφανίζονται με τη μορφή πορφυροκλαστών και νεοβλαστών. Αποστρογγυλωμένοι πορφυροκλάστες του ολιβίνης που έχουν μέγεθος έως και 2mm, συχνά εμφανίζουν κυματοειδή κατάσβεση και παρουσιάζουν εγκλωπωμένα κι οδοντωτά περιθώρια. Η επίδραση έντονη παραμόρφωσης δημιουργεί επιμήκυνση των ορυκτών αυτών παράλληλα προς τη διεύθυνσή της καθώς και το σχηματισμό γωνιάσεων (kink-band), σχεδόν κάθετα προς αυτή. Επιπλέον, το παραμορφωτικό αυτό επεισόδιο δημιουργεί κυματοειδείς κατασβέσεις και γωνιάσεις στους νεοβλάστες ολιβίνης με μικρότερο μέγεθος κόκκων (<400μ) και κεκαμμένα έως ευθύγραμμα περιθώρια.

Οι πορφυροκλάστες των ορθοπυροξένων με μέγεθος από 2 έως 7mm είναι συχνά φακιοειδείς, με γωνιάσεις και σχεδόν πάντα με κυματοειδή κατάσβεση. Αυτοί είναι συνήθως τεμαχισμένοι σε θραύσματα ομοιογενώς διατεταγμένα, παρουσιάζοντας εγκλωπωμένα περιθώρια και σχηματίζουν συχνά περιοχές πλούσιες σε νεοβλάστες οι οποίοι διατάσσονται στα περιθώρια των ορυκτών αυτών. Πολλές φορές εμφανίζουν λαμέλλες απόμιξης κλινοπυρόξενου, κύρια παράλληλα στο επίπεδο (100). Στις περισσότερες περιπτώσεις οι πορφυροκλάστες αυτοί παρουσιάζουν οφθαλμώδη παραμόρφωση ή σχιστοποίηση συχνά σε συνδυασμό με προσανατολισμό παράλληλα στο (100) κατά τη διεύθυνση της παραμόρφωσης, η οποία είναι συνδεδεμένη με κάμψεις και σιγμοειδείς περιστροφές των λαμελλών.

Σπάνια εμφανίζονται μικροί κόκκοι κλινοπυρόξενου, με μέγεθος που δεν υπερβαίνει τα 0.5mm. Αυτοί σχηματίζουν μεμονωμένους κόκκους που παρουσιάζονται με κεκαμμένα έως καλά σχηματισμένα περιθώρια, που βρίσκονται συχνά σε σιναπτύγματα ορθοπυροξένου ή στο άμεσο περιβάλλον ορθοπυροξενικών πορφυροκλαστών. Κλινοπυροξενικοί πορφυροκλάστες δεν παρατηρήθηκαν.

Την κύρια ορυκτολογική παραγένεση των χαρτζβουργιτών συμπληρώνουν ξενόμορφοι κόκκοι Cτ-σπινελίων. Οι φτωχοί αυτοί σε Cτ σπινέλιο εμφανίζουν χαρακτηριστικούς ανοιχτοκάστανους χρωματισμούς. Αντίθετα κεχωρηπαρόχρωμοι συνήθως ξενόμορφοι Al-σπινέλιοι εμφανίζονται στους λερζολιθικούς τύπους. Οι κόκκοι τους με μέγεθος μερικών χιλιοστών, παρουσιάζουν εγκλωπωμένα περιθώρια και συχνά συνδέονται άμεσα με πορφυροκλάστες ορθοπυροξένων. Επίσης τις περισσότερες φορές παρουσιάζουν επιμήκυνση των κόκκων τους παράλληλα στη διεύθυνση της παραμόρφωσης. Αποτέλεσμα της έντονης παραμόρφωσης, είναι ο διαμελισμός τους σε μικρότερους κόκκους, σχηματίζοντας βοστρυχοειδή συσσωματώματα παράλληλα στη διεύθυνσή της ("disrupted" κατά HARTE 1977). (Εικ.2α)

Οι ολιβίνες και ορθοπυροξένοι των λερζολιθικών τύπων δε διαφοροποιούνται σχεδόν καθόλου αναφορικά με τα πετρογραφικά τους γνωρίσματα από τα αντίστοιχα των υπολεμματικών χαρτζβουργιτών που μελετήθηκαν!

Με βάση τις σύγχρονες απόψεις όσον αφορά σε ιστούς πρωτογενών περιδοτιτών του ανώτερου μανδύα, είναι γνωστοί πρωτοκοκκώδεις ιστολογικοί τύποι (HARTE 1977). Οι δομές αυτές είναι ισοκοκκώδεις ή με ασθενώς προσανατολισμένα τα ορυκτολογικά συστατικά και με κεκαμμένους κόκκους που παρουσιάζουν εγκολλημένα περιθώρια, το μέγεθος των οποίων κυμαίνεται από 5-10mm. Απ'αυτές μπορούν κάτω από συνθήκες solidus έως hypersolidus και με συνεχώς αυξανόμενη παραμόρφωση να σχηματιστούν "πορφυροκλάστες" καθώς και πολύ μικρότεροι, πολλές φορές πολυγωνικοί "νεοβλάστες". Αυτοί οι πορφυροκλάστες είναι πλαστικά παραμορφωμένα, συχνά επιμεμηκυσμένα και σχιστοποιημένα υπολείμματα των πρωτοκοκκωδών ιστών. Όταν η κύρια μάζα των νεοβλαστών σχηματίζει μία μορφή ψηφιδωτή κι επιπλέον αυτοί υπερέχουν έναντι των πορφυροκλαστών, τότε σχηματίζεται ένας "ψηφιδοπορφυροκλαστικός" ιστός. Σε περίπτωση πλήρους ανακρυστάλλωσης, ο πορφυροκλαστικός ιστός μετατρέπεται σε γρανοβλαστικό όπως τυπικά παρατηρείται σε γρανουλίτες. Σταδιακά, οι διαστάσεις των νεοβλαστών μειώνονται προς τους κατώτερους τεκτονολογημένους περιδοτίτες κοντά στη μεταμορφωτική σόλα, λόγω της ανάπτυξης μιας HP/LT-παραμόρφωσης η οποία τελικά οδηγεί στο σχηματισμό μυλονιτικού ιστού (NICOLAS 1989).

Κατά τους MERCIER & NICOLAS 1975 και NICOLAS et al. 1980, η πλαστική παραμόρφωση προέρχεται από συνδυασμό μερικής τήξης κι ανακρυστάλλωσης κάτω από την επίδραση κατευθυνόμενης πίεσης. Η παραμόρφωση αυτή συμβαίνει περίπου στο ανώτερο μέρος της "ζώνης χαμηλών ταχυτήτων" και σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται μεταξύ 1200° και 1350°C. Κατά τους παραπάνω συγγραφείς, η πλαστική παραμόρφωση είναι αποτέλεσμα της πλαστικής ροής στη μεταβατική ζώνη μεταξύ ασθενόσφαιρας και λιθόσφαιρας. Επιπλέον η διεύθυνση της παραμόρφωσης αντιστοιχεί με αυτή της πλαστικής ροής.

Από τις παραπάνω περιγραφές των ιστολογικών χαρακτηριστικών των υπερβασικών πετρωμάτων της περιοχής Καλλιθέας-Δρακίων, συμπεραίνεται ότι αυτά παρουσιάζουν σημαντικές ομοιότητες με τυπικά περιδοτιτικά πετρώματα του ανώτερου μανδύα.

Σερπεντινίτες

Αποτελούν σχεδόν το σύνολο των υπερβασικών πετρωμάτων στην περιοχή έρευνας. Στο μικροσκόπιο παρατηρείται ότι τα ορυκτά της ομάδας του σερπεντίνης με ποσοστό 75-90% κ.ο. και ο μαγνητίτης με ποσοστό 5-10% κ.ο., αποτελούν την κύρια ορυκτολογική σύσταση των πετρωμάτων αυτών. Συμμετέχουν επίσης σε μικρότερα ποσοστά χλωρίτης, τάλκης και σπινέλιος.

Σε ορισμένες περιπτώσεις παρατηρούνται υπολειμματικοί κρύσταλλοι ολιβίνη και πυροξένων, στους οποίους διακρίνεται ότι η σερπεντινίωση αρχίζει στο μεν ολιβίνη, ως συνήθως, από τις μικρορωγμές, ενώ στους πυροξένους από τα περιθώρια των κρυστάλλων. Στη συνέχεια τα παραπάνω ορυκτά κατακλύονται από πλήθος διασταυρωμένων φλεβιδίων με σερπεντίνη δημιουργώντας έτσι τον τυπικό κηφελώδη ιστό.

5. ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ

Για την ταξινόμηση και τον καθορισμό του γεωχημικού χαρακτήρα των περιδοτιτικών πετρωμάτων της περιοχής έρευνας, πραγματοποιήθηκαν γεωχημικές αναλύσεις από αντιπροσωπευτικά δείγματα. Προκειμένου να εξαχθούν αξιόπιστα πετρογενετικά συμπεράσματα, επιλέχθηκαν για ανάλυση τα πιο υγιή περιδοτιτικά δείγματα, έτσι ώστε να αποφευχθούν οι πιθανές δευτερογενείς μετακινήσεις των πιο ευκίνητων στοιχείων (Πιν.1). Με βάση τη γεωχημική σύσταση των πετρωμάτων αυτών υπολογίστηκε με τη μέθοδο του LENSCH 1968 η δυνητική ορυκτολογική τους σύσταση, η οποία δίδεται επίσης στον ίδιο πίνακα.

Από την προβολή των δυνητικών συστάσεων σε ολιβίνη, ορθοπυρόξενο και κλινοπυρόξενο στο τριγωνικό διάγραμμα (Εικ.2), διαπιστώνεται ότι τρεις από τους περιδοτίτες που αναλύθηκαν καταλαμβάνουν το πεδίο των χαρτζβουργιτών, ενώ άλλοι δύο προβάλλονται ως λερζόλιθοι. Η μερική αυτή διαφοροποίηση των περιδοτιτών της περιοχής έρευνας διακρίνεται επίσης στο τριγωνικό διάγραμμα των συγγεντοξείων Al_2O_3 - CaO - MgO . Στο διάγραμμα αυτό οι χαρτζβουργίτες προβάλλονται

πιο κοντά στην κορυφή του MgO από ότι οι λερζόλιθοι, οι οποίοι διαφοροποιούνται ως προς τις συγκεντρώσεις των Al_2O_3 και CaO.

Πίνακας 1. Γεωχημικές αναλύσεις περιδοτικών της περιοχής Καλλιθέας-Δρακαίων

Table 1. Geochemical analyses of peridotides from Kallithea-Drakei area.

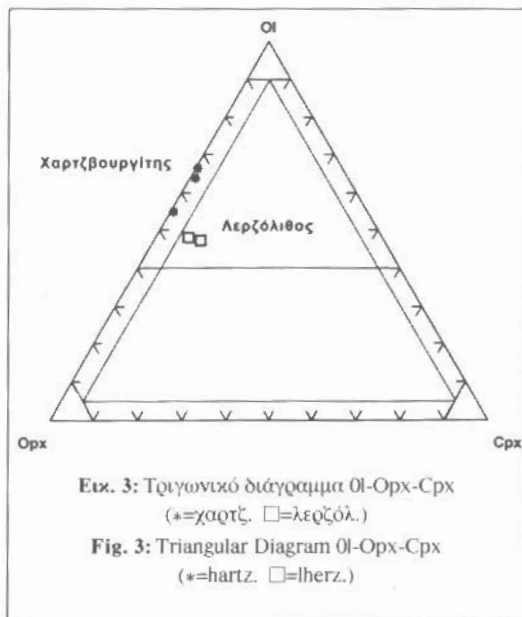
Αρ. Δείγ.	P50	S7	S5	S6	S3		P50	S7	S5	S6	S3
SiO_2	41,60	39,80	40,40	41,10	41,50		Δυνητικά ορυκτά				
TiO_2	0,02	0,03	0,03	0,17	0,15	cr	0,30	0,39	0,31	0,21	0,25
Al_2O_3	1,40	1,15	1,26	2,87	2,44	sp	0,30	0,39	0,31	0,21	0,25
FeO^*	7,92	8,76	7,54	7,94	8,25	cd	1,39	1,05	1,21	3,16	2,63
MnO	0,13	0,12	0,13	0,09	0,10	il	0,03	0,04	0,04	0,25	0,22
NiO	0,18	0,27	0,23	0,16	0,08	crx	0,08	0,37	0,25	9,11	8,14
MgO	36,10	36,21	37,60	32,60	32,80	orx	43,51	34,85	34,71	39,06	41,05
CaO	0,02	0,09	0,06	2,18	1,95	ol	54,40	62,90	63,18	48,00	47,45
Na_2O	-	-	-	-	-						
K_2O	-	-	-	-	-						
Cl_2O_3	0,26	0,34	0,27	0,18	0,22	Cpx	0,08	0,38	0,25	9,47	8,42
P_2O_5	-	-	-	-	-	Orp	44,40	35,52	35,37	40,62	42,48
CO_2	0,05	0,11	0,20	0,15	0,17	Ol	55,52	64,11	64,38	49,91	49,10
H_2O	12,60	12,40	11,50	12,60	11,90						
Σύνολο	100,28	99,28	99,22	100	99,56						

Ο υπολογισμός των δυνητικών ορυκτών έγινε σε ελεύθερη πτητικών συστατικών βάση και με $Fe_2O_3^*$ ως FeO . (-) κάτω από το όριο ανιχνευσιμότητας. Αναλυτικές μέθοδοι, βλ. HATZIPANAGIOTOU 1990α.

Οι γεωχημικές αναλύσεις δείχνουν επιπλέον ότι στα περιδοτιτικά πετρώματα της περιοχής Καλλιθέας-Δρακαίων, τα στοιχεία Mg, Ni, και Cr παρουσιάζουν γραμμική αρνητική συσχέτιση με το Ca. Παρόμοια γεωχημική συμπεριφορά εμφανίζεται σε σπινελιούχους περιδοτίτες διαφορετικών γεωτεκτονικών περιβαλλόντων όπως σε ωκεάνιους περιδοτίτες (MAALOE & AOKI, 1977) και σε αλκικού τύπου περιδοτίτες (ERNST & PICCARDO, 1979; ISHIWATARI, 1985).

Στον πίνακα 2 δίνονται οι μέσοι όροι γεωχημικών αναλύσεων των περιδοτιτών της περιοχής μελέτης σε σύγκριση με γεωχημικές αναλύσεις περιδοτιτών από βιβλιογραφικά δεδομένα άλλων περιοχών.

Στον πίνακα αυτό παρατηρείται ότι οι χαρτζβουργίτες και οι λερζόλιθοι που εξετάζονται παρουσιάζουν χημικές ομοιότητες με τις αντίστοιχες ομάδες χαρτζβουργιτών και λερζολιθών των άλλων περιοχών. Παρατηρείται επίσης ότι οι χαρτζβουργίτες σε σχέση με τους λερζόλιθους είναι εμπλουτισμένοι, όπως έχει και πειραματικά αποδειχθεί στα δύστηκτα στοιχεία Mg, Ni και Cr και αισθητά φτωχότεροι σε Ti καθώς και στα λιθόφιλα στοιχεία Al και Ca, δείχνοντας έτσι περισσότερο χαρακτηρισ εκχυμωμένου μανδύα. Φαίνεται επίσης ότι οι λερζόλιθοι της περιοχής μελέτης είναι σχετικά φτωχότεροι σε συμβατά στοιχεία (π.χ. Mg, Ni, Cr) ενώ είναι σχετικά εμπλουτισμένοι σε ασύμβατα στοιχεία (π.χ. Al, Ti, Ca) σε σχέση με τους υπόλοιπους λερζόλιθους. Το φαινόμενο αυτό υποδηλώνει ότι οι υπολεηματωμένοι λερζόλιθοι της Σάμου εμφανίζουν περισσότερο γόνιμο χαρακτήρα.



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

Πίνακας 2. Μέσος όρος χημικών αναλύσεων περιδοτιτών από την περιοχή Καλλιθέας-Δρακαίων καθώς και αναλύσεων από τη βιβλιογραφία.

Table 2. Average chemical analyses of peridotites from Kallithea-Drakei area as well as from literature.

	Χαρτζβουργίτες										Λερζόλιθοι							
	A	B	Γ	Δ	Ε	Ζ	Η	Θ	Ι	Κ	Λ	Μ	Ν	Ξ	Ο	Π	Ρ	Σ
	8	5	8	5	5	12	2	3	3	2	3	3	26	57	384	4	4	
SiO ₂	45,30	43,70	46,30	46,40	47,70	45,90	46,43	46,28	45,39	46,49	47,25	45,69	47,52	43,83	45,10	43,20	44,20	44,20
TiO ₂	**	0,01	0,10	0,04	0,04	*	0,03	0,01	0,02	0,03	0,18	0,06	0,04	0,11	0,08	0,18	0,13	0,13
Al ₂ O ₃	1,80	0,47	0,28	0,55	1,58	0,31	1,32	0,99	1,30	1,45	3,03	2,68	1,94	2,94	1,97	3,03	2,05	2,48
Cr ₂ O ₃	**	0,39	0,32	0,46	0,43	0,35	0,59	0,46	0,53	0,33	0,22	0,43	0,44	0,42	0,40	0,33	0,44	0,43
FeO*	8,10	8,19	8,84	8,34	8,31	9,43	7,95	8,87	10,84	9,24	9,25	8,27	8,71	8,41	8,28	8,89	8,29	8,19
MnO	**	0,15	0,10	0,13	0,16	0,11	0,13	0,12	0,12	0,14	0,10	0,13	0,15	0,16	0,14	0,11	0,13	0,18
NiO	**	0,27	0,33	0,34	0,31	0,32	0,19	0,33	0,42	0,25	0,14	0,31	0,27	0,28	0,29	0,23	0,28	0,28
MgO	43,60	46,00	43,50	44,90	41,20	43,72	43,21	42,56	41,20	41,96	37,41	40,35	38,64	42,58	41,10	40,50	42,20	41,50
CaO	1,20	0,77	0,28	0,38	0,44	0,12	0,06	0,24	0,09	0,06	2,35	1,70	1,90	2,15	2,65	3,05	1,92	2,52
Na ₂ O	**	0,01	*	0,01	*	*	0,06	0,05	*	*	*	0,53	0,14	0,05	0,37	0,27	0,28	0,28
K ₂ O	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,01	0,02	*	0,07	0,06	0,06

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής, διαπιστώνεται ότι το κύριο μέρος της ανώτερης καλυμματικής ενότητας Καλλιθέας δομείται από έναν ετερογενή χαστικό σχηματισμό τύπου οφιολιθικής mélange. Τεμάχια περιδοτιτών με μέγεθος από μερικά έως λίγες δεκάδες μέτρα, αποτελούν έναν από τους σπουδαιότερους σε εμφάνιση λιθότυπους του μίγματος αυτού. Τα πετρώματα αυτά παρουσιάζουν μεγάλο βαθμό σερπεντινίωσης και μόνο σπάνια διακρίνονται υπερβασικά πετρώματα οποία διατήρησαν την αρχική δομική και ορυκτολογική τους σύσταση. Η πετρογραφική τους μελέτη των τελευταίων υπέδειξε ιστολογικούς χαρακτήρες παρόμοιους με αυτούς που έχουν περιγραφεί από περιδοτίτες του ανώτερου μανδύα, ενώ με βάση τη δυναμική ορυκτολογική τους σύσταση διαχωρίστηκαν σε χαρτζβουργιτικού- και λερζολιθικού-τύπου υπολειμματικούς περιδοτίτες.

Η ορυκτολογική διαφοροποίηση των περιδοτιτών της Σάμου, επιβεβαιώνεται και από τη χημική τους σύσταση, με βάση την οποία φαίνεται ότι οι τιμές των αναλύσεων των χαρτζβουργιτών και λερζολιθών παρουσιάζουν ομοιότητες με αντίστοιχες τιμές χαρτζβουργιτών και λερζολιθών από βιβλιογραφικά δεδομένα άλλων περιοχών. Διαπιστώνεται επιπλέον ότι οι υπολειμματικοί λερζολίθοι που μελετήθηκαν δείχνουν σχετικά περισσότερο γόνιμο χαρακτήρα.

Παρόμοιας χημικής σύστασης υπερβασικά πετρώματα τα οποία περιέχουν και σπινέλιους φτωχούς σε Cr, σχηματίζονται συνήθως σε γεωτεκτονικά περιβάλλοντα μεσοωκεάνειων ράχων (DICK & BULLEN, 1984).

Η συνύπαρξη βασαλτικών πετρωμάτων με χημικούς χαρακτήρες MORB στην οφιολιθική mélange της περιοχής Καλλιθέας-Δρακαίων (PE-PIPER & KOTOPOULI 1991; ΠΟΜΩΝΗΣ 1995) ενισχύει τη άποψη ότι οι περιδοτίτες που αναλύθηκαν σχετίζονται με καθεστώς διάνοιξης στον ευρύτερο χώρο μιας μεσοωκεάνειας ράχης.

Τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας μαζί με εκείνα από οφιολιθικές εμφανίσεις γειτονικών περιοχών (Ρόδος, Κάρπαθος: HATZIPANAGIOTOU 1983,1988; ΚΟΕΡΚΕ 1985, Κρήτη: ΚΟΕΡΚΕ et al. 1985, 1986, Ν.Τουρκία: SENGÖR & YNLMAZ 1981, WHITECHURCH et al. 1984) συνηγορούν στη εξάπλωση μιας μεσοωκεάνειας ράχης στον ευρύτερο χώρο του ΝΑ Αιγαίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- BUTZ, J. 1912. Die Eruptivgesteine der Insel Samos.-Zentralblatt Miner., 67-85
 DAWSON, J.B. 1980: Kimberlites and their xenoliths. Springer Verlag, Berlin, New York, Heidelberg.
 DICK, H. & BULLEN, T. 1984: Chromian spinel as a petrogenetic indicator in abyssal and alpine-type peridotites and spatial associated lavas. Contrib. Mineral. Petrol., 86, 54-76.
 ΔΥΡΡ, ST., ΑΛΠΗΡΚ, R., ΝΕΙΛΕΡ, R., ΟΥΚΡΟΥΦ, M. & ΣΠΟΛ, E. 1978. The median Aegean

- Crystalline Belt: stratigraphy, structure, metamorphism, magmatism. In: Alps, Apennines, Hellenides; CLOSS H. et al., ed., 455-478.
- ERNST, W.G. & PICCARDO, G.B. 1979. Petrogenesis of some Ligurian peridotites - I. Mineral and bulk rock chemistry.-*Geochim. Cosmochim. Acta*, 43, 219-237.
- GANSSE, A. 1974. The ophiolitic mélange, a world wide problem on Tethyan examples.-*Eclogae Geol. Helv.*, 67, 479-507.
- GUERNET, C. 1972. Le "cristallin" de l'Eubée du Sud et ses problèmes. Comparaisons avec le "cristallin" du Laurium et de Samos.-*Z. Deutsch. Geol. Ges.*, 123, 353-364.
- HARTE, B. 1977. Rock nomenclature with particular relation to deformation and recrystallisation textures in olivine-bearing xenoliths.-*J. Geol.*, 85, 279-288.
- HATZIPANAGIOTOU, K. 1988. Einbindung der oberste einheit von Rhodos und Karpathos (Griechenland) in der alpidischen Ophiolith-Gurtel.-*N. Jb. Geol. Palaont. Abh.*, 176, 3, 395-422.
- HATZIPANAGIOTOU, K. 1990a. Ultrabazit innerhalb der ophiolitischen mélange von Angelona (SO-Lakonien/Peloponnes, Griechenland).-*Chem. Erde.*, 50, 137-145.
- HATZIPANAGIOTOU, K. 1990b. Petrography of the ophiolite complex in central Argolis (Peloponnesus, Greece).-*Ophioliti*, 15/1, 61-77.
- HATZIPANAGIOTOU, K. 1991. K-Ar dating of ophiolites from Rhodes and Karpathos islands, Dodekanese, Greece.-*Geol. Balcanica*, 21/5, 69-76.
- ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ, Δ. (1979): Γεωλογικός χάρτης της Ν. Σάμου, κλίμακα 1/50000, Αθήνα, Ι.Γ.Μ.Ε.
- ISHIWATARI, A. 1985. Igneous Petrogenesis of the Yakuno Ophiolite (Japan) in the context of the diversity of ophiolites.-*Contrib. Mineral. Petrol.*, 89, 155-167.
- KOTOPOULI C.N. & Pe-PIPER G. 1991. Geochemical characteristics of the Triassic igneous rocks of the island of Samos, Greece.-*N. Jb. Min. Abh.*, 162, 135-150, Stuttgart.
- KOEPKE, J., KREUZER, H. & SEIDEL, E. 1985. Ophiolites in the Southern Aegean Arc (Crete, Karpathos, Rhodes)-Linking the ophiolite belts of the Hellenides and the Dinarides.-*Ophioliti*, 10, 343-354
- KOEPKE, J. 1986. Die Ophiolithe des sudugaischen inseebruken. Petrologie und Geochronologie. Diss., Tu Braunschweig, 1-204.
- KUSHIRO, I. 1969. The system forsterite-diopside-silica with and without water at high pressures.-*Amer. J. Sci.*, 267-A, 269-294.
- LENSCH, G. 1968. Der normative Mineralbestand von Mafiten.-*N. Jb. Miner. Mh.*, 306-320.
- MALOE, S. & AOKI, K. 1977. The major element composition of lherzolites.-*Contrib. Min. Petr.*, 63, 161-173.
- MENZIES, M. & ALLEN, C. 1974. Plagioclase lherzolite-residual mantle relationships within two eastern Mediterranean ophiolites.-*Contr. Min. Petr.*, 45, 197-213.
- MERCIER, J-C., C. & NICOLAS, A. 1975. Textures and fabrics of upper-mantle peridotites as illustrated by xenoliths from basalts.-*J. Petrol.*, 16, 464-487.
- MEZGER, K. & OKRUSCH, M. 1985. Metamorphism of the Variegated Sequence at Kallithea, Samos, Greece.-*Min. Petr. Mitt.*, 34, 67-82.
- MEZGER, K., ALTHERR, R., OKRUSCH, M., HENJES-KUNST, F. & KREUZER, H. 1985. Genesis of acid/basic rock associations: a case study. The Kallithea intrusive complex, Samos, Greece.-*Contrib. Min. Petrol.*, 90, 353-366.
- ΜΙΓΚΙΠΟΣ, Γ. 1986. Οι οφιόλιθι της Αν. Θεσσαλίας, Ι.Γ.Μ.Ε., 6, 249-268.
- MITROPOULOS, P., KALOGEROPOULOS, S & BALATZIS, E. (1987): Geochemical characteristics of ophiolitic rocks from Iti, Central Greece.-*Ophioliti*, 12(1), 37-42.
- MPOSKOS E. & PERDIKATISIS V. 1984. Petrology of Glaucophane Metagabbros and Related Rocks from Samos, Aegean Island (Greece).-*N. Jb. Min. Abh.*, 149, 43-63, Stuttgart.
- NASSE, R. 1875. Ein Ausflug nach Samos.-*Zeit. Ges. Erdkde. Berlin*, 222-235.
- NICOLAS, A., BOUDIER, J. & BOUCHIER, J.P. 1980. Interpretation of peridotite structures from

- ophiolitic and oceanic environments.-*Amer. J. Sci.*, 280, 192-210.
- NICOLAS, A. 1989. Structures of ophiolites and dynamics of oceanic lithosphere. Ed. NICOLAS, A., Publ. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- OEHM, J. 1980. Untersuchungen zu Equilibrierungsbedingungen von Spinell-peridotit-Einschlüssen am basalten der Hessischen Senke. Diss. Univ. Göttingen.
- PAMIC, J. & MAJER, V. 1977. Ultramafic rocks of the Dinaride central ophiolite zone in Yugoslavia.-*J. Geol.*, 85, 553-569.
- ΠΥΡΓΙΩΤΗΣ, Λ., ΤΣΙΚΟΥΡΑΣ, Β. & ΧΑΤΖΗΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ, Κ. 1993. Πετρογραφική και γεωχημική μελέτη περιδοιτιτικών πετρωμάτων της περιοχής Δαφνοσπηλιάς-Κέδρου (Ν.Θεσσαλία). Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 28/2, πρακ. 6ου Συνεδρίου 1992, 105-122.
- ΠΟΜΩΝΗΣ, Π. 1995. Γεωλογική, πετρογραφική και γεωχημική μελέτη των οφιολιθικών εμφανίσεων του δυτικού τμήματος της Ν.Σάμου. -Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Γεωλογίας Παν/μιο Πατρών.
- RINGWOOD, A.E. 1975. Composition and petrology of the earth's mantle. McGraw-Hill, New York, St Louis etc.
- SCHNEIDER, K. 1914. Die kristallinen Schiefer der Insel Samos. Diss. Münster.
- SENGÖR, A.M.C. & YILMAZ, Z. 1981: Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- SPRATT, T. 1847. Remarks on the geology of the island of Samos.- *Quart. Jour. Geol. Soc. London*, t. 3, p. 65-67.
- STEFANI, C. DE, MAJOR, C.J.F. & BARBEY W. 1891. Samos. Étude géologique, paléontologique et botanique., Lausanne, Bridel edit.
- ΤΣΙΚΟΥΡΑΣ, Β., ΤΡΑΚΗ, Κ., ΚΑΤΣΑΝΤΟΥΡΗ, Ο. & ΧΑΤΖΗΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ, Κ. 1989. Συμβολή στη γεωλογική δομή και πετρογραφία της οφιολιθικής mélange και του οφιολιθικού καλύμματος της Β.Αργολίδας. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 23/1, πρακ. 4ου Συνεδρίου 1988.