

Πρακτικό	δου	Συνεδρίου	Μάιος	1992
Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.	Τομ.	XXVIII/2	σελ.	661-673
Bull. Geol. Soc. Greece	Vol.		pag.	
			Αθήνα	1993
			Athens	

**ΠΗΓΜΑΤΙΤΕΣ ΚΑΙ "ΜΕΤΑΣΩΜΑΤΙΤΕΣ" ΣΤΗ
ΜΕΤΑΒΑΣΙΚΗ ΣΕΙΡΑ ΤΗΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ -
ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΡΟΔΟΠΗΣ: ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑ -
ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΑ - ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ**

Κ.ΑΡΙΚΑΣ*, J. ROMSTEDT* & Σ. ΖΑΧΟΣ**

ΣΥΝΟΨΗ

Στη μεταβασική σειρά της ανατολικής και νοτιοανατολικής Ροδόπης παρατηρούνται μαζί με τους πηγματίτες σε διάφορα στάδια και σε πολλές παραλλαγές, φαινόμενα μετασωματικών διαδικασιών και αλλοιώσεων των αμφιβολιτών. Τα λευκοκρατικά μέλη των "μετασωματιτών" αυτών (π.χ. φλεβικές διεισδύσεις) είναι προϊόντα τηγμάτων από ανατεκτικά μάγματα τροντjemιτικής σύστασης. Από την ίδια μαγματική πηγή προέρχονται πιθανόν και οι γεωχημικά συγγενείς πηγματίτες που διαπέρασαν το σύστημα των αμφιβολιτών / μετασωματιτών.

ABSTRACT

In the metasomatic series of the east and south-east Rhodope the occurring pegmatites are associated with amphibolites of different stages and forms of metasomatic alterations. The leucocratic components of these "metasomatites" (e.g. veins and dikes) are products of melts which are very likely derived from anatectic magmas of trondjemitic composition. Maybe the geochemically related pegmatites which have intrude into the amphibolite-metasomatite - system originate from the same magma source.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα πλαίσια της έρευνας πηγματιτών που διεξήχθη σε συνεργασία, από το ΙΓΜΕ - Παρ/μα Εάνθης και το Ινστιτούτο Ορυκτολογίας-Πετρογραφίας του Πανεπιστημίου Αμβούργου, παρατηρήθηκαν στο μεταβασικό σύστημα της ανατολικής και νοτιοανατολικής Ροδόπης ποικίλες μετασωματικές αλλαγές, αλλοιώσεις και αντικαταστάσεις των αμφιβολιτών. Τα διάφορα πετρώματα που προέκυψαν από αυτές τις διαδικασίες μετασωματώσεων ονομάζονται εδώ στο σύνολό τους "μετασωματίτες".

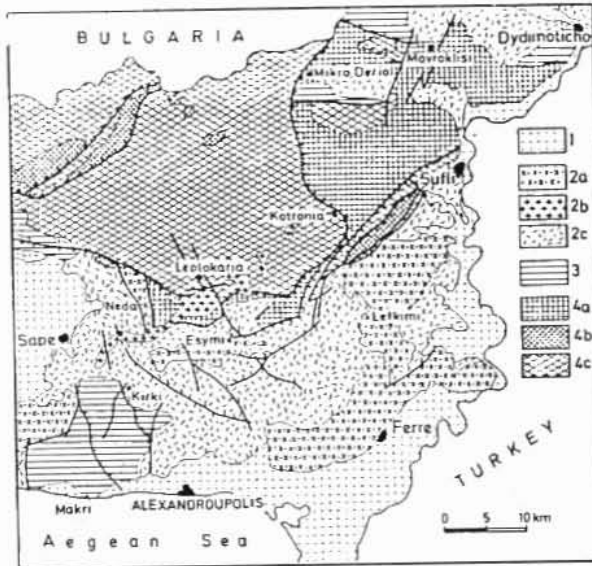
Στην παρούσα εργασία ανακοινώνονται τα πρώτα αποτελέσματα έρευνας των μετασωματιτών αυτών και συζητείται η πετρολογική και γεωχημική θέση των προσαγομένων τηγμάτων και διαλυμάτων που προκάλεσαν τις μετασωματώσεις των αμφιβολιτών.

Στην έρευνα αυτή συμπεριλαμβάνονται και οι πηγματίτες της περιοχής αυτής καθώς και (για γεωχημική συσχέτιση) πηγματίτες από την κεντρική και δυτική Ροδόπη.

* Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität Hamburg, Grindelallee 48, D. - 2000 Hamburg 13.

** Ι.Γ.Μ.Ε. - Παράρτημα Εάνθης, Μιτωκούμη 30, 671 00 Εάνθη

Οι κύριες περιοχές δειγματοληψίας είναι: α) μεταξύ Σουφλίου, Μικρού Δερείου και Κοτρωνιάς και β) μεταξύ των χωριών Νέδα-Λεπτοκαρυά-Αισύμη (Σχ.1). Από τα ρέματα νότια και ανατολικά του παλιού μεταλλείου "King Arthur" (3χλμ.ΝΑ Νέδας) προέρχονται τα περισσότερα των χημικών αναλυθέντων δειγμάτων μετασωματιτών.



Σχ.1: Γεωλογικός χάρτης του Ελληνικού τμήματος της ανατολικής Ροδόπης (από DIMADIS, S. and ZACHOS, S., 1986).

1. Τεταρτογενείς αποθέσεις. 2. Τριτογενείς, 2a: Ηφαιστίτες και υποηφαιστίτες (Ολιγόκαινο, 2b: Γρανοδιορίτες-μονζοδιορίτες, 2c: Ιζητάτα και πυροκλαστικά προϊόντα (Λουτήσιο-Ολιγόκαινο-Μειόκαινο). 3. Μεσοζωϊκό: Σειρά Μάρκης και Περιροδοπικής ζώνης.
4. Παλαιοζωϊκή κρυσταλλοσχιζτώδης μάζα της Ροδόπης, 4a: Μεταβασιική σειρά Α/ΝΑ Ροδόπης, 4b: Υπερβασικά πετρώματα, 4c: Σειρά γνευσίων-λεπτινιτών με ύπολείμματα της σειράς μιγματιτών.

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΘΕΣΗ - ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΑ

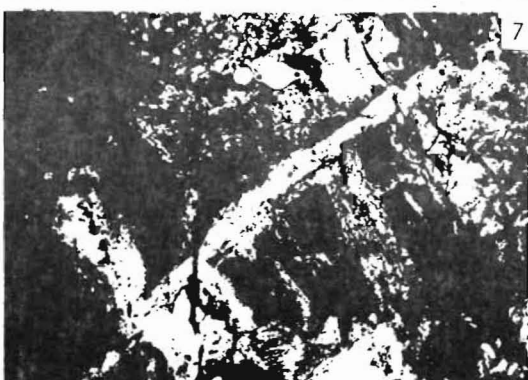
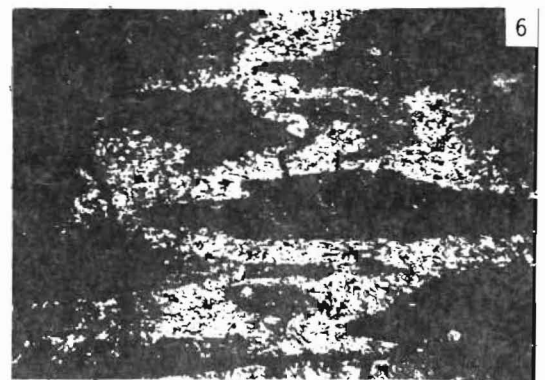
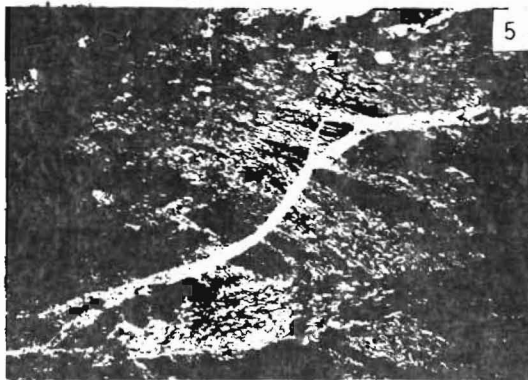
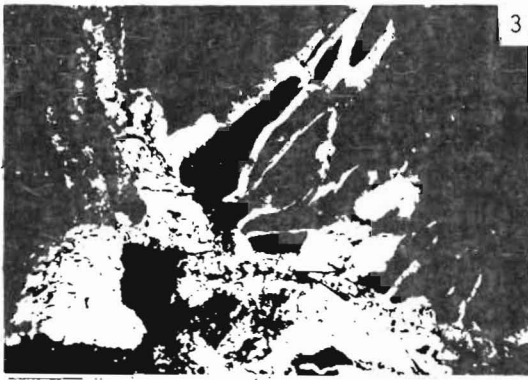
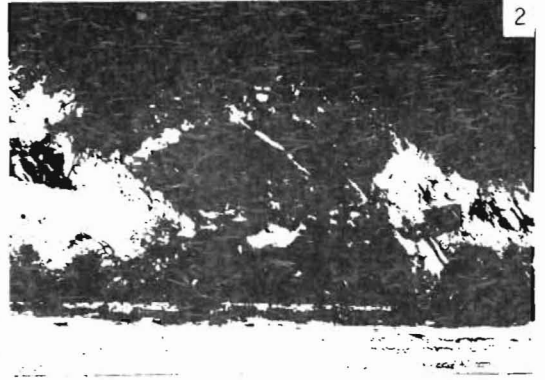
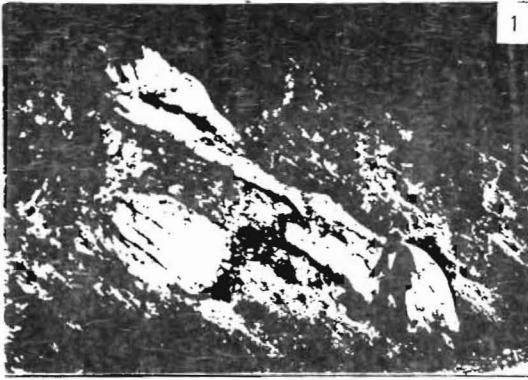
Η μεταμορφωμένη μάζα της Ροδόπης στον Ελληνικό χώρο αποτελείται από τις παρακάτω λιθολογικές ενότητες (ΔΗΜΑΔΗΣ και ΖΑΧΟΣ, 1986)

1. Σχιστόλιθοι Παλαιάς Καβάλας
2. Μάρμαρα της σειράς Boz-Dag (Φαλακρό)
3. Εναλλαγές γνευσίων, αμφιβολιτών με παρεμβολές μαρμάρων
4. Σύστημα μεταβασιτών (κυρίως αμφιβολίτες) στο ανατολικό και νοτιοανατολικό τμήμα της Ροδόπης.

Στην κεντρική Ροδόπη η ενότητα των γνευσίων-αμφιβολιτών περιέχει τις εξής σειρές με αυξανόμενο βαθμό μεταμόρφωσης από την ανώτερη προς την κατώτερη:

- άνω μαρμαροαμφιβολιτική σειρά
- σειρά γνευσίων-λεπτινιτών
- κάτω μαρμαροαμφιβολιτική σειρά
- σειρά γνευσίων-μιγματιτών
- ανατεκτικοί γρανίτες.

Οι πηγματίτες εμφανίζονται στους γρανίτες και συχνότερα στους περιφερειακούς μεταμορφωμένους σχηματισμούς της σειράς γνευσίων-μιγματιτών (Εικ.1) και της κάτω μαρμαροαμφιβολιτικής σειράς στην κεντρι-

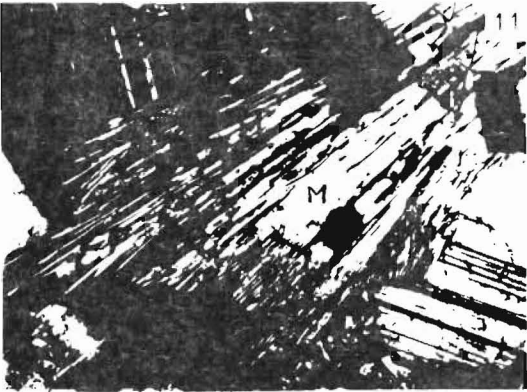
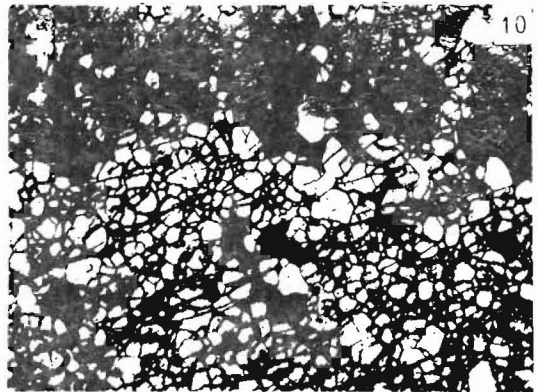
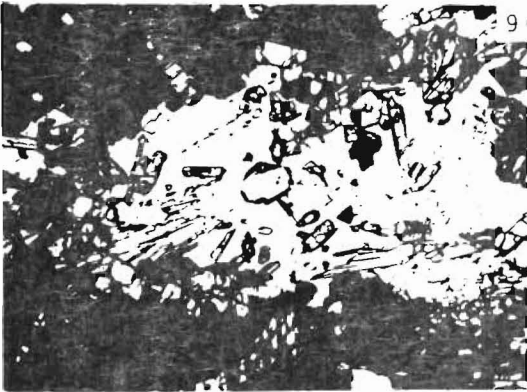


Εικόνες από τους πηγματίτες και από το σύμπλεγμα μετασωματιτών

- Εικ. 1: Πηγματίτες της σειράς γνευσίων-μιγματιτών της κεντρικής Ροδόπης (περιοχή Θησαυρού).
- Εικ. 2: Πηγματίτες της ΝΑ Ροδόπης (περιοχή Λεπτοκαρυάς). Οι λευκοκρατικοί πηγματίτες δεξιά και αριστερά του σκοτεινόχρωμου αμφιβολίτη (στο μέσον της εικόνας).
- Εικ. 3: Φλεβικές διεισδύσεις "λευκοσωμάτων" στον αμφιβολίτη (περιοχή Λεπτοκαρυάς/ΝΑ Ροδόπη).
- Εικ. 4: Διείσδυση "λευκοσώματος" με ακανόνιστη γεωμετρία, το οποίο εν μέρει αντικατέστησε τον αμφιβολίτη. Ο αμφιβολίτης παρουσιάζει επίσης παράλληλα στη σχιστότητά του ταινιοειδή μετάβαση σε λευκοκρατικό πέτρωμα (Κινή Arthur, περιοχή Νέδας, ΝΑ Ροδόπη).
- Εικ. 5: Παράδειγμα αρκετά προχωρημένης μετάβασης του αμφιβολίτη σε λευκοκρατικό πέτρωμα. Ο μετασωματίτης διασχίζεται από λεπτή φλέβα λευκοσώματος (ΒΑ Σουφλίου / Α. Ροδόπη).
- Εικ. 6: Παράδειγμα αντικατάστασης και μετάβασης του αμφιβολίτη σε αδροκοκκώδη, σχετικά λευκοκρατικό μετασωματίτη (ΒΔ Σουφλίου / Α. Ροδόπη).
- Εικ. 7: Διάφορα στάδια εξαλλοίωσης και μετάβασης του αμφιβολίτη σε λευκοκρατικούς μετασωματίτες. Όλο το σύμπλεγμα διασχίζεται από λεπτή φλέβα λευκοσώματος (διαγώνια της εικόνας) 6χλμ. ΑΝΑ της Νέδας (ΝΑ Ροδόπη).
- Εικ. 8: Στην ίδια θέση επικρατεί ο εδώ απεικονιζόμενος αδροκοκκώδης σκαπολιθικός μετασωματίτης (λεπτομέρειες βλ. κείμενο). Επάνω αριστερά φαίνονται υπολείμματα αμφιβολίτη. Μια φλέβα λευκοσώματος, πάχους περίπου 10 εκατ. διασχίζει τον σκαπολιθικό μετασωματίτη.

Εικόνες από τη μικροσκοπική παρατήρηση των μετασωματιτών

- Εικ. 9: Οφθαλμοειδής μικροπεριοχή (άσπρο χρώμα) αποτελούμενη κυρίως από μικροκρυσταλλικό αλβίτη και χαλαζία. Στην περιοχή αυτή εμφανίζονται επιπλέον διάσπαρτοι κρύσταλλοι επιδότου, κόκκοι γρανάτη και μερικά ελάσματα μοσχοβίτη/παραγονίτη. // Ν., X30.
- Εικ. 10: Συσσωμάτωση κόκκων γρανάτη (κάτω μέρος της εικόνας), οι οποίοι εν μέρει διείσδυσαν ή εμφυτεύθηκαν μέσα στην ανακρυσταλλωμένα κεριστίλβη (επάνω μέρος εικόνας). // Ν., X30.
- Εικ. 11: Συσσωμάτωση ελασμάτων μοσχοβίτη (Μ), δεξιά και παραγονίτη (Ρ) αριστερά (η χαραχθείσα γραμμή διευκρινίζει το σύνορό τους). Ο σχηματισμός του παραγονίτη αποτελεί συνέχεια της κρυστάλλωσης του μοσχοβίτη. 4Ν., X40.
- Εικ. 12: Σύμφυση επιδότου και παραγονίτη και τα δύο με συμπλεκτικό ιστό με αλβίτη (σκουρόγκριζο-μαύρο χρώμα). +Ν., X115.
- Εικ. 13: Μερική αντικατάσταση σκαπόλιθου (γκρίζο χρώμα) από επίδοτο δεξιά κάτω σε θέση απόσβεσης-στην εικόνα μαύρο χρώμα) και στη συνέχεια από ελάσματα παραγονίτη, συναπτόμενα με νεοσχηματισθέντα ολιγοκλάστου (άσπρο χρώμα). +Ν., X40.
- Εικ. 14: Μερική αντικατάσταση σκαπόλιθου (γκρίζο χρώμα) από διεισδύον επίδοτο (ανοικτό γκριζο χρώμα). Με σκούρο, σχεδόν μαύρο χρώμα εμφανίζονται στην εικόνα οι περιφερειακοί κρύσταλλοι κερστίλβη. +Ν., X30.



κή Ροδόπη, καθώς και στους μεταβασίτες της ανατολικής Ροδόπης.

Οι πηγματίτες αυτοί έχουν πάχος μέχρι δύο μέτρα. Είναι συνήθως αδροκρυσταλλικά πετρώματα, αποτελούμενα από άστριους, χαλαζία και πακέτα φύλλων μαρμαρυγία διαμέτρου μέχρι 5cm. Η προέλευση των πηγματιτών αυτών της κεντρικής (και δυτικής) Ροδόπης συνδέεται με τις μεγάλες μάζες γρανιτών, όπως του γρανίτη Σκαλωτής-Εχίνου, της Καβάλας, των Σερρών, κ.λ.π.

Πολυαριθμότεροι όμως είναι παρόμοιοι πηγματίτες στο σύστημα μεταβασιτών της ανατολικής Ροδόπης, παρ'όλο που δεν υπάρχουν εδώ όξινοι πλουτωνίτες. Οι πηγματίτες είναι κατά τόπους συμπικνωμένοι και καταλαμβάνουν ευρύτερο χώρο απ'ότι οι φιλοξενούντες αυτούς σκοτεινόχρωμοι αμφιβολίτες.

Στην παρούσα εργασία δίνεται επίσης βαρύτητα στην έρευνα μετασωματικών φαινομένων στο μεταβασιτικό σύστημα της ανατολικής Ροδόπης. Μαγματικές διεισδύσεις φλεβικού χαρακτήρα, διαποτισμός όξινου υλικού μέσα στο αμφιβολίτη με επακόλουθα φιλτραρίσματα πνευματολυτικών-υδροθερμικών διαλυμάτων, οδήγησαν σε ποικίλες ορυκτολογικές μεταβολές και ανακρυσταλλώσεις μέσα στα αμφιβολιτικά πετρώματα. Αποτέλεσμα αυτών των μετασωματώσεων ήταν η σταδιακή μετατροπή των αμφιβολιτών σε "λευκοκρατικά" πετρώματα. Τούτο επιτυγχάνεται μέσω πολλών μεταβατικών σταδίων που παρεμβάλλονται μεταξύ των σκοτεινόχρωμων "αμφιβολιτών" και των νεοσυσταθέντων "λευκοκρατικών μετασωματιτών". Οι Εικ. 4-8 δείχνουν μερικά παραδείγματα μετασωματιτών και οι περιγραφές αυτών δίνουν συμπληρωματικές πληροφορίες για τις δομές φλεβικών διεισδύσεων "λευκοσωμάτων" και για τα διάφορα μεταβατικά στάδια μεταβολών αμφιβολιτών σε λευκοκρατικούς μετασωματίτες.

Τα "λευκοσώματα" έχουν ιδιαίτερη θέση μέσα στο σύμπλεγμα των μετασωματιτών. Σαν "απλητικές" φλέβες διαπερνούν πολλές φορές το σύμπλεγμα μετασωματιτών. Παρόμοια λευκοσώματα έχουν συχνά ακανόνιστη γεωμετρία έναντι του φιλοξενούντος πετρώματος (Εικ. 3), ή εμφανίζουν ασαφή γειτνίαση με άλλες λευκοκρατικές παραλλαγές των μετασωματιτών.

Μέσα σ'όλα αυτά τα λευκοσώματα παρουσιάζονται μεμονωμένοι μεγάλοι κρύσταλλοι κερροστίλβης, οι οποίοι αποτελούν υλικό ανακρυστάλλωσης αμφιβολιτικού πετρώματος. Η ορυκτολογία των καθ'αυτού λευκοσωμάτων (π.χ. των διεισδύσεων) είναι σχετικά απλή και συνίσταται σε γραφική σύμφυση πλαγιόκλαστου (ολιγόκλαστο) και χαλαζία, πολλές φορές με τριπλά σημεία επαφής των κρυστάλλων τους. Τα πλαγιόκλαστα είναι εν μέρει ιδιόμορφα και έχουν μέγεθος 1 έως 2 mm, μερικές φορές έως και 4 mm. Οι κρύσταλλοι χαλαζία έχουν κατά κανόνα μικρότερο μέγεθος και παρουσιάζουν στο μικροσκόπιο κυματοειδή κατάσταση σαν ένδειξη τεκτονικής επίδρασης.

Από τις μετασωματικές αλλαγές στην εσωτερική δομή των αμφιβολιτών προέκυψαν σαν προϊόντα αντίδρασης διάφορες ανακρυσταλλώσεις και πολλά νέα ορυκτά, ο σχηματισμός των οποίων επηρεάσθηκε οπωσδήποτε και από τη συνεχιζόμενη μεταμόρφωση. Η επικρατούσα ορυκτολογία των μετασωματιτών είναι: αλβίτης/ολιγόκλαστο, χαλαζίας, ανακρυσταλλωμένη κερροστίλβη, μοσχοβίτης-παραγονίτης, γρανάτης, κλινοζωΐσιτης (έως επίδοτο), μερικές φορές ορθίτης και συχνότερα ρουτίλιο.

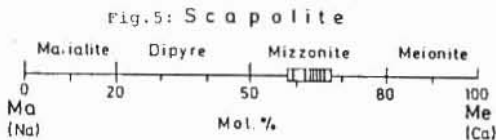
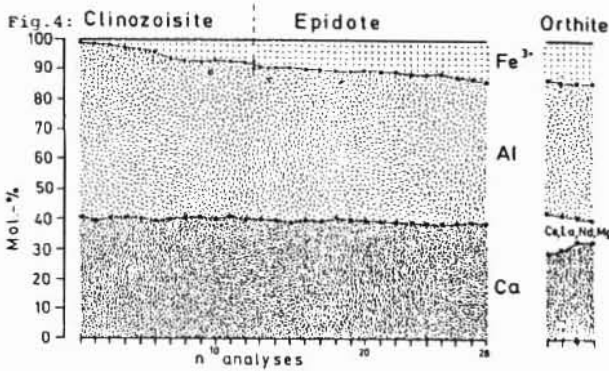
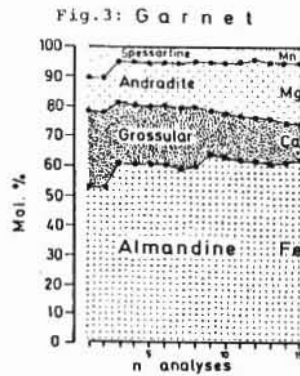
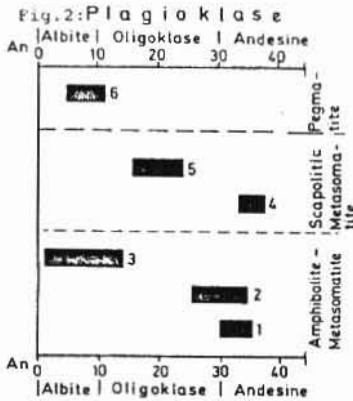
Η ασθενής τροφοδότηση όξινων και νατριούχων διαλυμάτων στον αμφιβολίτη επέδρασε σημαντικά στο σχήμα της ανακρυσταλλούμενης κερροστίλβης (από επίμηκης σε ακανόνιστο σχήμα) και στη σύσταση του πλαγιόκλαστου από ολιγόκλαστο/ανδρσίτη σε μικροκρυσταλλικό αλβίτη. Στο στάδιο αυτό εμφανίζονται συχνά μικροί κρύσταλλοι επίδοτου.

Εντονη μετασωματίωση εκδηλώνεται με το σχηματισμό μικρών (συνά φθαλμοειδών) περιοχών μεταξύ των κρυστάλλων της κερροστίλβης (Εικ. 9), οι οποίες καταλαμβάνονται κυρίως από μικροκρυσταλλικό αλβίτη και χαλαζία. Από τη μετασωματική αλλοίωση αμφιβολιτικού υλικού προέκυψαν εδώ σαν προϊόντα αντίδρασης τα προαναφερθέντα ορυκτά (επίδοτο, μοσχοβίτης/παραγονίτης, γρανάτης) τα οποία συμφύονται με τον

αλβίτη/χαλαζία.

Ισχυρότερη τροφοδότηση "λευκοκρατικού" υλικού-εν μέρει σε κατάσταση τήγματος-οδήγησε ανάλογα σε διάφορα στάδια "διάλυσης" του αμβολιτικού πετρώματος. Οι ανακρυσταλλωμένες κερυστίλλες αποτελούν μεμονωμένους, μερικές φορές ιδιαίτερα μεγάλους κρυστάλλους μέσα σ' αυτούς τους μετασωματίτες, οι οποίοι κατά τύπους εξελίχθηκαν σε "λευκοκρατικά" πετρώματα. Σε ενδιαμέσα στάδια οι κερυστίλλες και τα πλαγιόκλαστα εμφανίζονται σε ομοιογενή γρανοβλαστική κατανομή και προσδίδουν έτσι στο πέτρωμα τη μορφή ενός αδροκρυσταλλικού "δίοριτη" (Εικ. 6, 8 και 7 στο επάνω-μεσαίο τμήμα).

Μια ειδική περίπτωση αποτελούν σκαπολιθικοί μετασωματίτες που εμφανίζονται 6 χλμ. ΑΝΑ της Νέδας, στο δρόμο προς Λεπτοκαρυά. Σκαπόλιθος παρατηρήθηκε και σε μερικές άλλες θέσεις μετασωματικής αλλαγής



Σχ.2 έως 4: Γραφική παράσταση του χημισμού των ορυκτών: Πλαγιόκλαστα (2), Γρανάτες (3), Κλινοζωΐσιτες-επίδοτα-ορθίτες (4), σκαπόλιθοι (5).

Επεξηγηματικές λεπτομέρειες βλ.κείμενο.

αμφιβολίτη (π.χ. 8χλμ. ΒΔ Σουφλίου), αλλά οι παραπάνω αναφερόμενοι μετασωματίτες περιέχουν πάνω από 50% σκαπόλιθο σε μέγεθος κρυστάλλων μέχρι 1,5cm. Ο ανοικτόχρωμος σκαπόλιθος (εμφανίζει μικροσκοπικά ελαφρά πράσινο χρώμα) μαζί με ανακρυσταλλωμένη κεροστίλβη και σχετικά λίγο πλαγιόκλαστο συνθέτουν τον εντυπωσιακό αυτό αδροκοκκώδη μετασωματίτη (Εικ. 8).

Υπολείματα του αμφιβολίτη, λευκοκρατικές παραλλαγές των μετασωματιτών με έμφυτους, μεγάλους κρυστάλλους κεροστίλβης, εντυπωσιακές συγκεντρώσεις από κοκκώδη γρανάτη και πολυάριθμες φλέβες με προσαγόμενα λευκοσώματα ολοκληρώνουν την ποικιλία των παραλλαγών του συμπλέγματος αυτού, το οποίο στο τέλος διασχίστηκε από πηγματίτη με τους ιδιαίτερα αδρομερείς κρυστάλλους πλαγιόκλαστου-χαλαζία και τα μεγάλα πακέτα μοσχοβίτη.

ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑ - ΟΡΥΚΤΟΧΗΜΕΙΑ

Πλαγιόκλαστα

Από τις μικροαναλύσεις προέκυψαν μέχρι τώρα τα εξής αποτελέσματα, τα οποία συγκεντρώθηκαν παραστατικά στο Σχ.2:

Στον αμετάβλητο αμφιβολίτη διαπιστώθηκε ανδεσίνης, ο οποίος μετά από επίδραση διαλυμάτων κυρίως υδροθερμικών, μεταβλήθηκε σε μικροκρυσταλλικό αλβίτη. Την ίδια τύχη είχαν ορισμένες φορές και τα πλαγιόκλαστα (ολιγόκλαστο και ανδεσίνης) των λευκοσωμάτων που διείσδυσαν τους αμφιβολίτες/μετασωματίτες.

Τα πλαγιόκλαστα της σύστασης ολιγοκλάστου/ανδεσίνη φαίνεται να επικρατούν και στους σχετικά αδροκοκκώδεις λευκοκρατικούς μετασωματίτες. Πάντως το νεοσχηματισθέν πλαγιόκλαστο στους αδρομερείς σκαπολιθικούς μετασωματίτες έχει τη σύσταση ανδεσίνη, ενώ στην επακόλουθη μερική αντικατάσταση του σκαπόλιθου (βλ. παρακάτω) από επίδοτο και παραγονίτη, προέκυψε επιπλέον ολιγόκλαστο (Απ 15-25%).

Τέλος τα πλαγιόκλαστα των πηγματιτών έχουν αλβιτικό χαρακτήρα (Σχ.2).

Κεροστίλβη

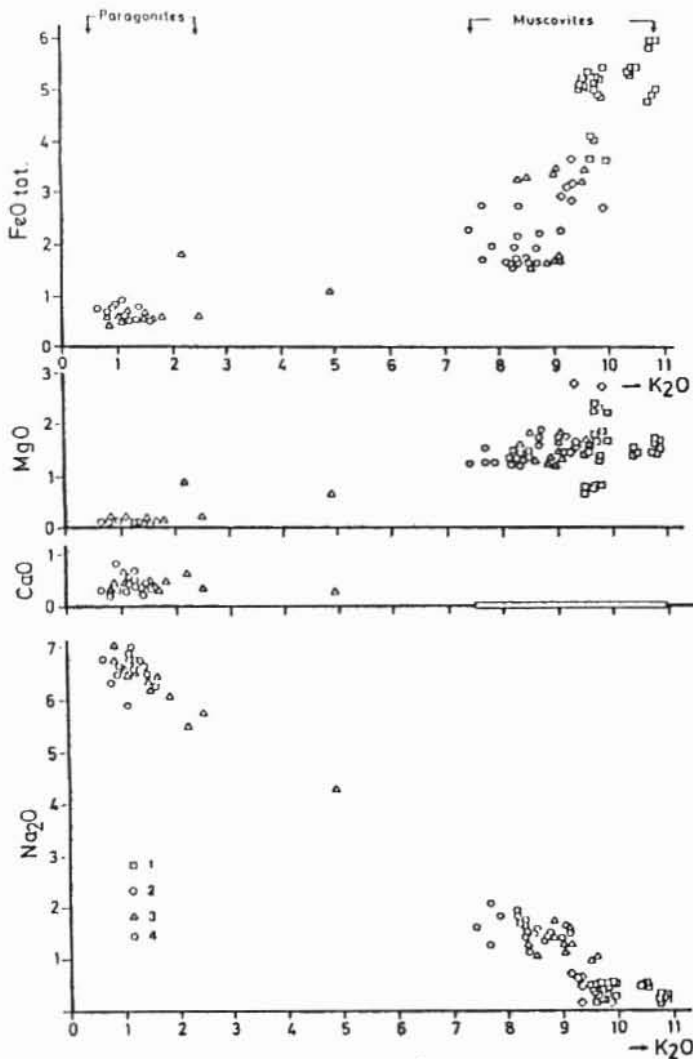
Οι κεροστίλβες των διαφόρων παραλλαγών ανακρυστάλλωσης, συγκρινόμενες και με αυτές του αρχικού αμφιβολίτη δεν παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές χημισμού. Από τις 33 μικροαναλύσεις που έγιναν μέχρι τώρα σε 7 δείγματα διαφόρων παραλλαγών πετρωμάτων, προκύπτει από τις σχέσεις (Mg, Fe):Al:Si ότι πρόκειται για παραγασίτη σύμφωνα με την ταξινόμηση του LEAKE (1978). Λόγω όμως των σχετικά μειωμένων τιμών σε Na αλλά και K οι κεροστίλβες αυτές εμφανίζουν επίσης μια τάση προς τσερμακίτη.

Γρανάτης

Ο γρανάτης αποτελεί προϊόν ιδιαίτερα της μετασωματικής εξαλλοίωσης των φεμικών συστατικών του αμφιβολίτη και συμφύεται πολλές φορές με κεροστίλβη σε μορφή πολυάριθμων κόκκων, συνοδευόμενος από ρουτίλιο. Οι κόκκοι του γρανάτη δημιουργούν πολλές φορές εντυπωσιακές συγκεντρώσεις (Εικ.10), αντικαθιστώντας ιδιαίτερα την κεροστίλβη. Ο χημισμός του γρανάτη, στον οποίο κυριαρχεί το μόριο του αλμανδίνη δίνεται παραστατικά στο Σχ.3.

Μοσχοβίτης-Παραγονίτης

Ο ασφαλής διαχωρισμός του παραγονίτη από το μοσχοβίτη είναι δυνατός μόνο δια της χημικής ανάλυσης με το μικροαναλυτή. Τα δύο αυτά ορυκτά των μαρμαρυγιών συνυπάρχουν και συμπύονται μεταξύ τους στους



Σχ.6: Χημική σύσταση του μοσχοβίτη και παραγονίτη.

- 1.Μακροκρυσταλλικός και 2.Μικροκρυσταλλικός μοσχοβίτης των πηγματιτών.
- 3.και 4. Μοσχοβίτης και Παραγονίτης των μετασωματιτών στις περιοχές Κίηη Arthur - Νέδας (3) και Λεπτοκαρυιάς-Αισύνης/Σουθλίου-Μικρού Δρεϊού (4).

μετασωματίτες (στους πηγματίτες απουσιάζει ο παραγονίτης) και παρουσιάζουν στο μικροσκόπιο όμοιες οπτικές και μορφολογικές ιδιότητες.

Στο σχηματισμό των δύο αυτών μαρμαρυγιών φαίνεται ότι προηγήθηκε ο μοσχοβίτης, δεν αποκλείεται όμως τοπικά και η σύγχρονη κρυστάλλωσή τους. Πάντως υπάρχουν ενδείξεις ότι ο παραγονίτης αποτελεί συνέχεια της κρυστάλλωσης του μοσχοβίτη (Εικ.11). Χαρακτηριστικός είναι επίσης ο συμπλεκτικός ιστός του παραγονίτη (Εικ.12) με αλβίτη (συχνά από μετατροπή ολιγόκλαστου/ανδεσίνη).Τον ίδιο συμπλεκτικό ιστό (Εικ.12) παρουσιάζει συχνά και το επίδοτο (βλ.κατωτέρω) με το οποίο φαίνεται να έχει στενή γενετική σχέση. Ο σχηματισμός του παραγονίτη και του επιδότου με συμπλεκτικό ιστό είναι πιθανόν αποτέλεσμα της συνεχιζόμενης ανάδρομης μεταμόρφωσης.

Το Σχ.6 παρουσιάζει το χημισμό του μοσχοβίτη και παραγονίτη. Ενδιάμεσοι τύποι δεν παίζουν ιδιαίτερο ρόλο, μόνο μια φορά συνέπεσε να μετρηθεί ένα έλασμα με ενδιάμεσο χημισμό. Από τα ιδιάζοντα χαρα-

κτηριστικά αξίζει να αναφερθούν οι υψηλές περιεκτικότητες σε MgO (1-3%) και FeO (=ολικός σίδηρος σε FeO) στον μοσχοβίτη. Αξιοσημείωτη είναι η σταδιακή αύξηση του σιδήρου, έτσι ώστε οι μεγάλοι κρύσταλλοι μοσχοβίτη των πηγματιτών παρουσιάζουν 5-6% FeO. Οι ίδιοι μοσχοβίτες δείχνουν τις υψηλότερες τιμές σε K₂O και τις χαμηλότερες περιεκτικότητες σε Na₂O. Η μοριακή αναλογία παραγονίτη στους μοσχοβίτες αυτούς είναι μηδαμινή, ενώ στους μοσχοβίτες των μετασωματιτών κυμαίνεται μεταξύ 5 και 25%. Στα ίδια περίπου όρια κυμαίνεται και η μοριακή αναλογία μοσχοβίτη στον παραγονίτη.

Κλινοζωΐσιτης - επίδοτο (και ορθίτης)

Μικροπρισματικοί και κοκκώδεις κρύσταλλοι κλινοζωΐσιτη/επίδοτου εμφανίζονται ήδη στον ασθενή (υδροθερμική μετατροπή του αμφιβολίτη (Εικ.9), όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Μεγαλύτεροι κρύσταλλοι επίδοτου αποτελούν μαζί με παραγονίτη/μοσχοβίτη και γρανάτη τα κύρια νεοσχηματισθέντα ορυκτά των καθ'αυτών μετασωματιτών (δηλαδή του μετασωματικά ισχυρότερα αλλοιωμένου αμφιβολίτη).

Ο χημισμός της σειράς κλινοζωΐσιτη-επίδοτου στους μετασωματίτες φαίνεται παραστατικά στο Σχ.4 και χαρακτηρίζεται από τις σχετικά χαμηλές τιμές σιδήρου. Για το λόγο αυτό και οι κρύσταλλοι, που χαρακτηρίζονται σαν επίδοτα είναι σχετικά φτωχοί σε σίδηρο.

Σκαπόλιθος

Ο χημισμός του σκαπόλιθου φαίνεται απλοποιημένος στο Σχ.5. Είναι πλούσιος σε ασβέστιο και χαρακτηρίζεται σαν μίζονίτης. Με τον μικροαναλυτή μετρήθηκαν 1,2 έως 1,5% SO₃, ενώ οι περιεκτικότητες χλωρίου είναι μηδαμινές. Αντ'αυτού οι σκαπόλιθοι αυτοί περιέχουν αρκετό CO₂.

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν μεταγενέστερες μετατροπές του σκαπόλιθου (πιθανόν από επίδραση ανάδρομης μεταμόρφωσης) σε επίδοτο και παραγονίτη όπως δείχνουν οι Εικ.13 και 14. Με τον παραγονίτη συνδέεται και ο νεοσχηματισμός ολιγοκλάστου σαν τρίτο προϊόν εξαλλοίωσης του σκαπόλιθου.

ΧΗΜΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΜΕΤΑΣΩΜΑΤΙΤΩΝ ΚΑΙ ΠΗΓΜΑΤΙΤΩΝ

Οι πηγματίτες στην ανατολική Ροδόπη είναι πλούσιοι σε αλβίτη. Ο νατριούχος χαρακτήρας των πετρωμάτων γίνεται σαφέστερος ύστερα από τη σύγκρισή τους με τους πηγματίτες της κεντρικής και δυτικής Ροδόπης, οι οποίοι είναι πλουσιότεροι σε καλιούχους άστριους και φαίνεται να συνδέονται με τις εκεί μάζες ανατεκτικών γρανιτών, όπως αναφέρθηκε σε αρχικό κεφάλαιο.

Στο Σχ.9 παρατηρείται μια προοδευτική μετάβαση του χημισμού από τον αμφιβολίτη, τον μετασωματωμένο αμφιβολίτη, μέχρι τα καθ'αυτού λευκοσώματα των διεισδύσεων. Τα τελευταία καταλαμβάνουν στο τρίγωνο CaO-Na₂O-K₂O την ίδια θέση όπως και οι παραπάνω αναφερόμενοι νατριούχοι πηγματίτες της ίδιας περιοχής.

Το συμπέρασμα ότι τα όξινα μέλη του συμπλέγματος των μετασωματιτών - ιδιαίτερα τα προσαχθέντα λευκοσώματα - έχουν χημική συγγένεια με τους πηγματίτες, ενισχύεται και από τις σχέσεις των κύριων στοιχείων με τα ιχνοστοιχεία (Σχ.7). Εδώ πρέπει να τονισθεί ότι οι πηγματίτες - όπως και τα όξινα μέλη του συμπλέγματος μετασωματιτών - δεν παρουσιάζουν εντυπωσιακές χημικές ιδιαιτερότητες αν εξαιρεθούν κάποιες ανωμαλίες ουρανίου σε μερικά δείγματα μετασωματιτών. Και αυτά ακόμη τα στοιχεία όπως π.χ. Ce, Rb, Y, La, Na, Pr, κ.λ.π. που αναφέρονται στους πηγματίτες σε σχετικά υψηλότερες περιεκτικότητες, παρουσιάζουν εδώ ιδιαίτερα χαμηλές τιμές (Σχ.8).

Τα λευκοσώματα του συμπλέγματος των μετασωματιτών στην μετα-βασική σειρά της ανατολικής/νοτιοανατολικής Ροδόπης είναι μαγματογενούς προφοράς, οπότε, σύμφωνα με τα δεδομένα της ορολογίας (MERNERT, 1968) μπορούν οι μετασωματίτες αυτοί να χαρακτηρισθούν και σαν "αρτηρίτες" (ROMSTED, 1990). Είναι πετρώματα φτωχά σε κάλιο και μπορούν να θεωρηθούν σαν προϊόντα διαφοροποίησης ανατεκτικών μαγμάτων τροντγεμιτικής σύστασης (Σχ.10), όπως προκύπτει από την ταξινόμηση του O'CONNOR (1965). Η άποψη σχετικά με τροντγεμιτικό χαρακτήρα των λευκοκρατικών αυτών πετρωμάτων ενισχύεται και από άλλα χημικά χαρακτηριστικά τους. Έτσι οι περιεκτικότητες των κύριων στοιχείων τους είναι μέσα στα όρια που καθορίζουν τους τροντγεμίτες (BARKER, 1979). Οι σχέσεις K_2O/SiO_2 (Σχ.11) και Rb/Sr (Σχ.12) χαρακτηρίζουν συμπληρωματικά τα λευκοκρατικά αυτά πετρώματα σαν ηπειρωτικούς τροντγεμίτες σύμφωνα με τους COLEMAN & DONATO (1979) και MALPAS (1979). Τα δείγματα που προβάλλονται στα Σχ.11 και 12 έξω από το πεδίο του ηπειρωτικού τροντγεμίτη δηλώνουν εν μέρει ακραία τοπική έλλειψη σε K_2O και Rb ή ανήκουν σε λευκοκρατικό μετασωματίτη και όχι σε καθ'αυτό λευκοσώματα όπως διασαφηνίστηκε στην αρχή του κεφαλαίου αυτού.

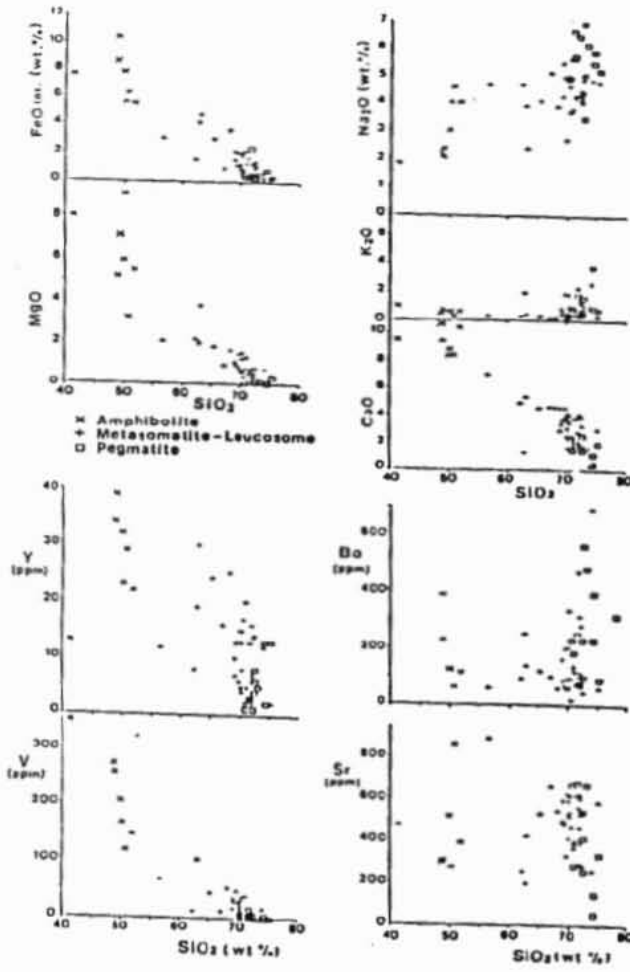
Ο λόγος $Rb:Sr = 0,1$ είναι χαρακτηριστικός για ηπειρωτικούς τροντγεμίτες οι οποίοι έχουν ανατεκτική προέλευση (MALPAS, 1979). Για την προέλευση των ερευνηθέντων λευκοσωμάτων από ανατεκτικά, τροντγεμιτικά μάγματα, συνηγορούν και οι σχετικά χαμηλές τιμές τους σε Ba, Y και Zr . Συγκρίνοντας με αντίστοιχα δεδομένα του MALPAS (τροντγεμίτες από μαγματική διαφοροποίηση έχουν σαφώς υψηλότερες περιεκτικότητες σε Ba, Y και Zr). Οι τιμές των ιχνοστοιχείων αυτών στα λευκοσώματα των μετασωματιτών της ανατολικής Ροδόπης πλησιάζουν τις περιεκτικότητες που προσδιόρισε ο MALPAS σε τροντγεμίτες που δημιουργήθηκαν από την ανάπτυξη αμφιβολιτικών πετρωμάτων.

Από τις παραπάνω αναφερόμενες συγκρίσεις χημισμού προκύπτει ότι και αυτοί οι αδρομερείς πηγματίτες, που διασχίζουν κατά τόπους τους μετασωματίτες, έχουν τροντγεμιτικό χαρακτήρα. Πιθανόν αποτελούν τα τελευταία τμήματα και διαλύματα των ίδιων τροντγεμιτικών μαγμάτων, τα οποία στο τέλος διεϊσδυσαν στο σύμπλεγμα αμφιβολιτών-μετασωματιτών.

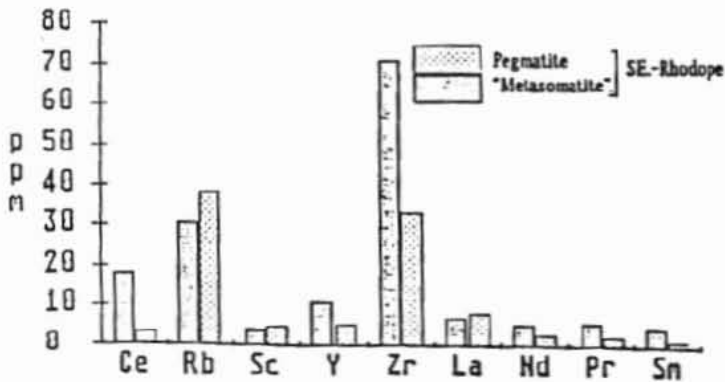
Οι διεϊσδύσεις τροντγεμιτικών τμημάτων και διαλυμάτων, που επέφεραν τις μετασωματικές αντικαταστάσεις στους αμφιβολίτες αποτελούν μαγματικές-πνευματολυτικές-υδροθερμικές διαδικασίες στις οποίες συμπεριλαμβάνονται και οι πηγματίτες. Η ορυκτολογική σύσταση και η υφή (π.χ. επίδοτα, παραγονίτες και ο συμπλεκτικός ιστός τους, οδοντοειδή σύμφυση και κυματοειδή κατάσβεση χαλαζία κ.λ.π.) επηρεάσθηκαν οπωσδήποτε από τη διαρκούσα (ανάδρομη) μεταμόρφωση.

Σύμφωνα με τα τεκτονικά δεδομένα, η μεταβασική σειρά της ανατολικής Ροδόπης είναι επωθημένη πάνω στη σειρά γνευσίων-λεπτινιτών (βλ. Σχ.1). Συνεπώς και όλο το σύστημα αμφιβολιτών-μετασωματιτών με τις λευκοκρατικές τους παραλλαγές και τους πηγματίτες, είναι μεταφερόμενο και αποκομμένο από τους μητρικούς του ανατηξίτες. Μάλλον λοιπόν αυτή είναι η αιτία που δεν εμφανίζονται εδώ "όξινοι" πλουτωνίτες, οι οποίοι ενδεχομένως βρίσκονται σε βαθύτερους ορίζοντες.

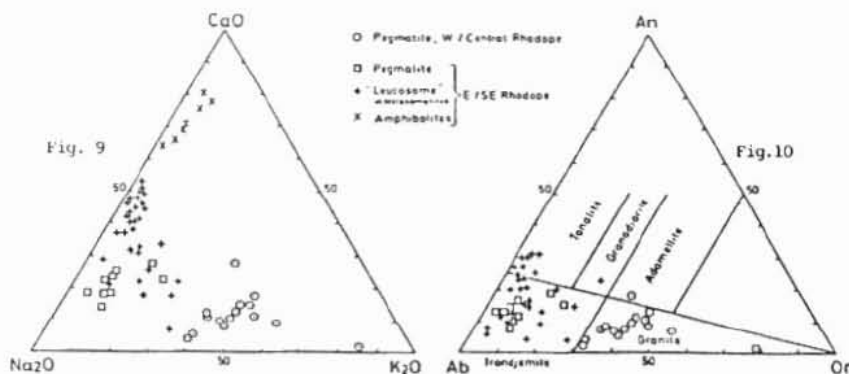
Το σύμπλεγμα μετασωματιτών και των λευκοκρατικών παραλλαγών τους θα παραμείνει και στο μέλλον αντικείμενο έρευνας, διότι προσφέρει βασικά κριτήρια για την έρευνα και το διαχωρισμό πετρολογικών γεγονότων μεταξύ μεταμόρφωσης και μαγματικών διαδικασιών.



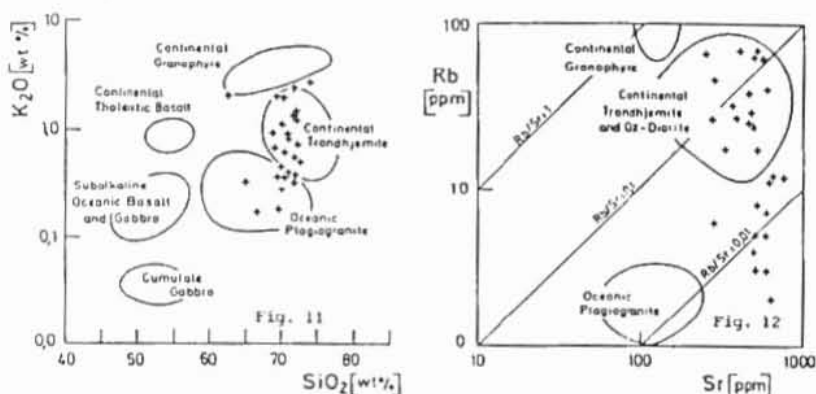
Σχ.7: Σχέση κύριων στοιχείων και ιχνοστοιχείων των ερευνηθέντων πετρωμάτων.



Σχ.8: Μέσοι όροι περιεκτικότητας μερικών άλλων ιχνοστοιχείων στους πηγματίτες. Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.



Σχ.9 και 10: Σχέσεις CaO-Na₂O-K₂O και Ab-An-Or και ταξινομήση των ερευνηθέντων πετρωμάτων σύμφωνα με O'CONNOR (1965). Συγκριτικά παρεμβάλλεται εδώ και ο χημισμός των πηγματιτών της κεντρικής και δυτικής Ροδόπης.



Σχ.11 και 12: Ταξινομήση και γεωτεκτονικό περιβάλλον των λευκοκρατικών μελών του συμπλέγματος μετασωματιτών σύμφωνα με COLEMAN & DONATO (1979) βάσει των σχέσεων K₂O/SiO₂ και Rb/Sr.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- BARKER, F. (1979): Trondjemite: definition, environment and hypotheses of origin.- in BARKER (ed): Trondjemites, Dacites and related rocks. Elsevier: 1-12.
- COLEMAN, R.G. and DONATO, M.M. (1979): Oceanic Plagiogranite revisited.- in BARKER (ed): Trondjemites, Dacites and related rocks, Elsevier: 149-168.
- DIMADIS, E. & ZACHOS, S. (1986): Geology of the Greek Rhodope - Internal IGME Report.
- LEAKE, B.E., (1987): Nomenclature of amphibolites.- Miner. Petrogr. Acta 22: 194-224.
- MALPAS, J., (1979): Two contrasting Trondjemite associations from transported Ophiolites in Western New Foundland. Initial report. in BARKER (ed): Trondjemites, Dacites and related rocks. Elsevier: 465 - 487.
- MEHNERT, K.R., (1968): Migmatites and the origin of Granitic Rocks.- Elsevier 393p.
- O'CONNOR, J.T., (1965): A classification of quartz rich igneous rocks based on feldspar ratios.- U.S. Geol. Surv. Prof. Pap., 525 - B: 79-84.
- ROMSTED, J., (1990): Mineralogie und Geochemie der metasomatischen Arterite im Metabasalt der Rhodope (Griechenland). Diplomarbeit Miner. Inst. Univ. Hamburg.