

## ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΙΣ ΜΗ ΜΕΛΟΥΣ

**ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑ.— 'Επί τῆς ὑποηφαιστειακῆς ὑδροθερμικῆς μεταλλοφορίας εἰς τὴν Ἑλλάδα, ὑπὸ Δημ. Ἀ. Κισκύρα\*.** Ἀνεκοινώθη ὑπὸ τοῦ Προσέδρου μέλους τῆς Ἀκαδημίας κ. Γεωργ. Γεωργαλά.

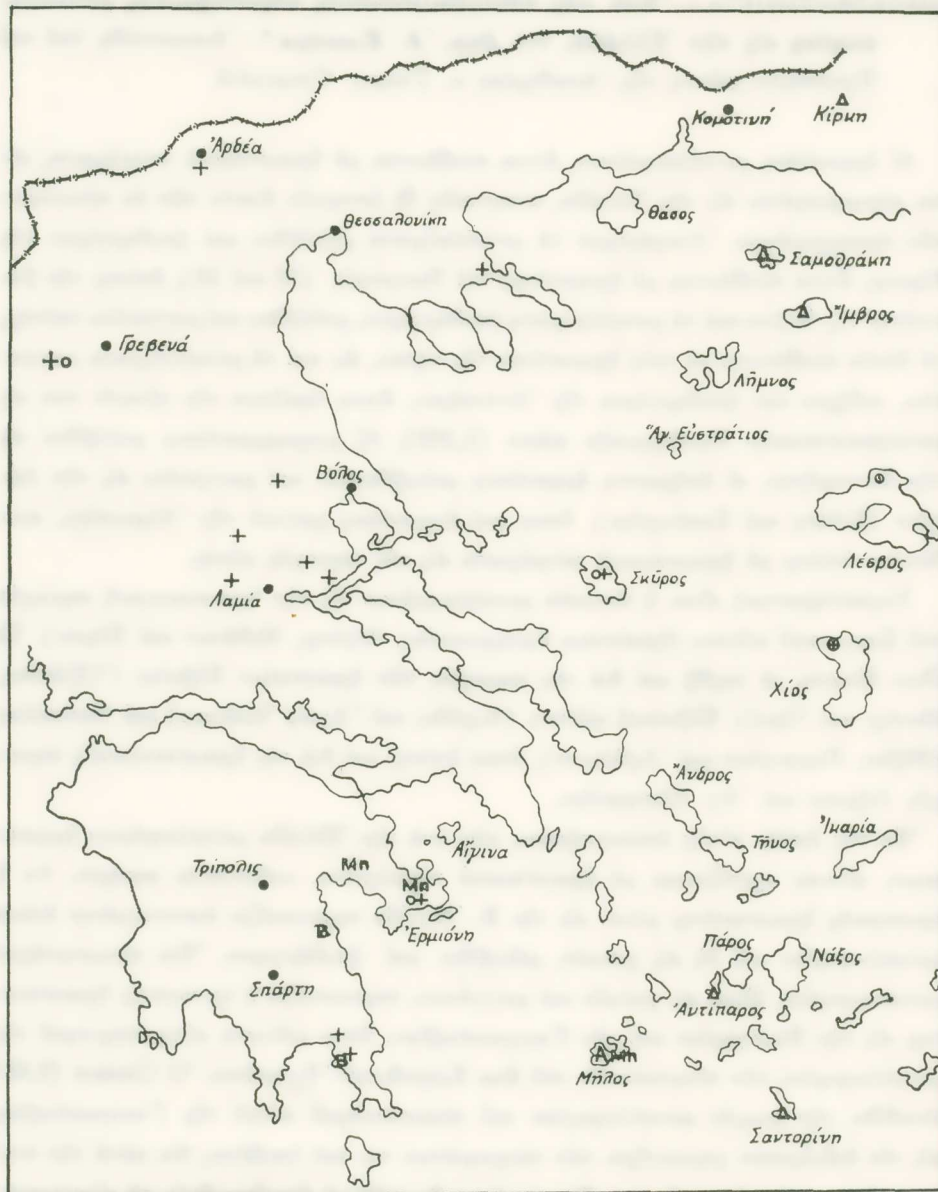
Αἱ ἐμφανίσεις μεταλλευμάτων, ἅτινα συνδέονται μὲ ἠφαιστειακὰ πετρώματα, εἶναι περιωρισμένα εἰς τὴν Ἑλλάδα, ποσοτικῶς δὲ ὑστεροῦν ἔναντι τῶν ἐκ πλουτωνιτῶν προερχομένων. Ἀναφέρομεν τὰ μεταλλεύματα μολύβδου καὶ ψευδαργύρου τῆς Κίρκης, ἅτινα συνδέονται μὲ ἠφαιστίτας τοῦ Νεογενοῦς (38 καὶ 28), ἐπίσης τὴν βαρυτίνην τῆς Μήλου καὶ τὰ μεταλλεύματα ψευδαργύρου, μολύβδου καὶ μαγγανίου ταύτης, τὰ ὅποια συνδέονται μὲ τοὺς ἠφαιστίτας τῆς νήσου, ὡς καὶ τὰ μεταλλεύματα μαγγανίου, σιδήρου καὶ ψευδαργύρου τῆς Ἀντιπάρου, ἅτινα ὀφείλουν τὴν γένεσίν των εἰς μεταηφαιστειακὴν ὑδροθερμικὴν φάσιν (2,369). Αἱ μικροεμφανίσεις μολύβδου εἰς τὴν Σαντορήνην, αἱ ἀσήμαντοι ἐμφανίσεις μολυβδαινίου καὶ μαγγανίου εἰς τὴν Λέσβον (Στυψίς καὶ Σκαλοχώρι), ὅπως καὶ ἐμφανίσεις χαλκοῦ τῆς Ἀλμωπίας, συνδέονται ἐπίσης μὲ ἠφαιστειακὰ πετρώματα εἰς τὰς περιοχὰς αὐτάς.

Χαρακτηριστικὴ εἶναι ἡ ἀπουσία μεταλλευμάτων εἰς τὴν ἠφαιστειογενῆ περιοχὴν τοῦ Σαρωνικοῦ κόλπου (ἠφαιστεια Κρομμυωνίας, Αἰγίνης, Μεθάνων καὶ Πόρου). Τὸ ἴδιον δύναται νὰ λεχθῆ καὶ διὰ τὰς περιοχὰς τῶν ἠφαιστειῶν Εὐβοίας ('Οξύλιθος, Μετόχι καὶ Ὀριό), Εὐβοικοῦ κόλπου (Λιχάδες καὶ Ἅγιος Ἰωάννης) καὶ Θεσσαλίας (Θῆβαι, Πορφυρίων καὶ Ἀχιλλεῖον), ὅπως ἐπίσης καὶ διὰ τὰς ἠφαιστειογενεῖς περιοχὰς Λήμνου καὶ Ἀγ. Εὐστρατίου.

Ἐκ τῆς ἀπλῆς αὐτῆς ἐπισκοπήσεως τῶν ἀνὰ τὴν Ἑλλάδα μεταλλοφόρων ἐμφανίσεων, αἵτινες σχετίζονται μὲ ἠφαιστειακὰ πετρώματα, καθίσταται φανερόν, ὅτι ἡ τριτογενὴς ἠφαιστειότης μόνον εἰς τὴν Β. Ἑλλάδα παρουσιάζει ἀνεπτυγμένην ἐνίοτε μεταλλοφορίαν καὶ δὴ εἰς χαλκόν, μολύβδον καὶ ψευδάργυρον. Ἐτι πλουσιωτέραν μεταλλοφορίαν, ἰδίως εἰς χαλκόν καὶ μαγγάνιον, παρουσιάζει ἡ τριτογενὴς ἠφαιστειότης εἰς τὴν Βουλγαρίαν καὶ τὴν Γιουγκοσλαβίαν, ὅπου μάλιστα αὕτη ὑπερτερεῖ τῆς μεταλλοφορίας τῶν πλουτωνιτῶν τοῦ ἄνω Κρητιδικοῦ-Ἡωκαίνου. Ὁ Cissarz (9,48) ἀποδίδει τὴν μικρὰν μεταλλοφορίαν τοῦ πλουτωνισμοῦ αὐτοῦ τῆς Γιουγκοσλαβίας εἰς τὸν ἐνδιάμεσον χαρακτῆρα τῶν πετρωμάτων του καὶ ὑποθέτει, ὅτι κατὰ τὴν στερεοποίησιν τοῦ μάγματός των δὲν κατέστη δυνατόν νὰ ἐλευθερωθῶν τὰ εὐκολοπτητικὰ συστατικὰ αὐτοῦ, ἅτινα παρέμειναν εἰς τὸ ἀπομεῖναν, μὴ στερεοποιηθέν, μάγμα, ὥστε εἰς νεωτέραν φάσιν ἐκρήξεως ἔδωκε τοῦτο ἐκτεταμένην ὑποηφαιστειακὴν με-

\* D. KISKYRAS, Über die subvulkanische hydrothermale Erzführung in Griechenland.

ταλλοφορίαν. Ἄλλὰ καὶ εἰς τὴν Ἑλλάδα παρουσιάζονται γρανιτικά πετρώματα πτωχὰ εἰς μεταλλοφορίαν. Οἱ γρανίται π.χ. τῆς Δράμας, τῆς Ξάνθης, τῆς Καβάλας καὶ



+ Δ ο Α • ⊙ μεταλλεύματα, κατὰ σειράν, χαλκοῦ, μολύβδου-ψευδαργύρου, Β = Βαρῦτης σιδηροπυρίτου, ἀργύρου-βαρίου μολυβδαινίου, ἀντιμονίου.

ΚΛΙΜΑΞ 1:4.000.000

τῆς Λεπτοκαρυᾶς (Ἀλεξανδρουπόλεως) εἶναι ἐλάχιστα μεταλλοφόροι. Τὸ ἴδιον ἰσχύει καὶ διὰ τοὺς γρανίτας Φλωρίνης, Ἀλῆ Βροντοῦ καὶ ἐν μέρει διὰ τοὺς γρανίτας Τήνου, Νάξου καὶ Ἰκαρίας. Θὰ πρέπει λοιπὸν νὰ ἐξετασθοῦν τὰ αἷτια τῆς πτωχῆς μεταλλοφορίας εἰς τὰς ὡς ἄνω γρανιτικὰς περιοχὰς ἀπὸ γενικωτέρας ἀπόψεως.

#### Α'. ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟΙ ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΔΙΑ ΤΗΝ ΜΕΤΑΛΛΟΦΟΡΙΑΝ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ

Ἡ μεταλλοφορία ὀξειδίων σιδήρου εἰς τὴν Σερίφον κατέστη δυνατὴ μετὰ τὸν σχηματισμὸν ὀρυκτῶν Σκάρν, δηλ. μετὰ τὴν ἀποβολὴν ἐκ τοῦ μάγματος πυριτίου, ἀργιλίου καὶ μαγνησίου, ἅτινα ἐδεδεσμεύθησαν κατὰ μέγα μέρος ὑπὸ τῶν μαρμάρων (18,154). Σημειωτέον, ὅτι ἡ μεταλλοφορία τῆς Σερίφου περιορίσθη εἰς ὀξειδία σιδήρου, χωρὶς νὰ δώσῃ ἐνδιαφέρουσαν θειοῦχον μεταλλοφορίαν ἐξ αἰτίας συνθηκῶν ὑψηλῆς θερμοκρασίας εἰς τὴν ζώνην πλησίον τοῦ μάγματος. Εἰς τὴν Λαυρεωτικὴν τούναντίον ἡ μεταλλοφορία ὀφείλεται εἰς ἀνοδικὰς θερμὰς μεταμαγματικὰς μεταλλοφόρους διαλύσεις, τὰ διαλύματα τῶν ὁποίων ἀπετέθησαν κυρίως εἰς τὴν ἐπαφὴν μαρμάρων καὶ ὑπερκειμένων σχιστολίθων. Καὶ εἰς τὰς δύο ὅμως περιπτώσεις ἡ μεταλλοφορία παρουσιάσθη εἰς περίοδον σχετικῆς ψύξεως τοῦ μάγματος καὶ ἠνυόθη ἐκ τῆς παρουσίας πέριξ ἢ πλησίον αὐτοῦ ἀνθρακικῶν πετρωμάτων.

Εἶναι λοιπὸν πιθανόν, ὅτι ἡ πτωχὴ μεταλλοφορία ὀρισμένων γρανιτικῶν σωμάτων τῆς Ἑλλάδος ὀφείλεται, ἐφ' ὅσον δὲν πρόκειται περὶ ὀψιμοτεκτονικῶν γρανιτικῶν πετρωμάτων πτωχῶν εἰς ἀέρια ἢ περὶ μιγματιτῶν, εἰς τὰ ἐξῆς αἷτια: α) διὰ τὸ πνευματολυτικὸν στάδιον εἰς τὴν μὴ ἀποβολὴν τῶν μεταλλοφόρων ὑλικῶν ἐκ τῆς ὑψηλῆς θερμοκρασίας μάγματος, ἐλλείψει ἀσβεστολιθικῶν πετρωμάτων πέριξ αὐτοῦ, ἅτινα ἀλληλοεπιδρῶντα ἐπὶ τοῦ μάγματος θὰ προεκάλουν τὴν εἰς ὑψηλὴν σχετικῶς θερμοκρασίαν ἀποβολὴν ὀρισμένων συστατικῶν τοῦ μάγματος. β) διὰ τὸ ὑδροθερμικὸν στάδιον εἰς τὴν μὴ διέλευσιν τῶν μεταλλοφόρων θερμῶν διαλύσεων, ἔστω καὶ εἰς μεγάλην ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ μάγματος, μέσῳ ἀσβεστολιθικῶν πετρωμάτων, συνεπεία τῆς ὁποίας θὰ ἠλλαξεν ἡ σύστασις καὶ θὰ ἠῤῥησε τὸ pH τῶν διαλύσεων (πρόσληψις ἀσβεστίου), μὲ ἀποτέλεσμα τὴν ἀποβολὴν ἐκ τούτων ὀρισμένων μετάλλων. Τοιαύτη περίπτωσις μεταλλοφορίας, κατὰ τὴν ὁποίαν τὰ ἀνθρακικὰ πετρώματα δὲν εὐρίσκονται εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ πυρογενοῦς σώματος, ἀλλὰ περιβάλλουν τὰ πετρώματα, ἐντὸς τῶν ὁποίων ἔχει διεισδύσει τὸ γρανιτικὸν σῶμα, παρουσιάζεται εἰς τὴν νῆσον Ἰκαρίαν. Ἐκεῖ ἡ σιδηροῦχος ὑδροθερμικὴ μεταλλοφορία δὲν ἐμφανίζεται εἰς τοὺς γνευσίους, ἐντὸς τῶν ὁποίων ἔχει εἰσδύσει ὁ γρανοδιορίτης, ἀλλὰ εἰς τὰ περιβάλλοντα τοὺς γνευσίους ἀνώτερα μάρμαρα τῆς περιοχῆς Ἀγ. Κηρύκου-Φανάρει.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω προκύπτει, ὅτι ἀπαραίτητος προϋπόθεσις διὰ τὴν μεταλλοφο-

ρίαν εἰς ἐκρηξιγενῆ πετρώματα εἶναι ἡ παρουσία εὐνοϊκῶν συνθηκῶν, τόσον διὰ τὴν ἀποβολὴν τῶν πτητικῶν τῶν συστατικῶν, ὅσον καὶ διὰ τὴν δέσμευσιν τούτων ὑπὸ ἄλλου σώματος. Συνεπῶς ἡ μεταλλοφορία εἰς τοὺς ἡφαιστίτας δύναται νὰ παρουσιασθῇ μόνον ὡς ὑποηφαιστειακὴ ἐκδήλωσις, δηλαδή εἰς τὰ ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τμήματα τοῦ ἡφαιστειακοῦ σώματος, κατὰ τὴν ψύξιν αὐτοῦ, ἢ ὑπὸ τὴν θάλασσαν, ὅπου τὸ θαλάσσιον ὕδωρ προκαλεῖ ἐξουδετέρωσιν τῶν ὀξίνων θερμῶν διαλύσεων καὶ ὡς ἐκ τούτου τὴν ἀποβολὴν ὠρισμένων μετάλλων ἐκ τῶν διαλύσεων τούτων. Εἰς τὰς περιπτώσεις, κατὰ τὰς ὁποίας τὰ περιβάλλοντα πετρώματα εἶναι ἀσβεστολιθικά, ὅπως συμβαίνει τοῦτο π.χ. εἰς τὴν Ἀντίπαρον καὶ τὴν Σάμον, σχηματίζονται ὕδροθερμικὰ κοιτάσματα ἀντικαταστάσεως.

Εἰς τὰς περιπτώσεις μεταλλοφορίας ἡφαιστειακῶν πετρωμάτων, ἅτινα δὲν περιβάλλονται ὑπὸ ἀνθρακικῶν πετρωμάτων, ἡ μεταλλοφορία παρουσιάζεται ἐντὸς ρηγμάτων ἢ κατατμήσεων τοῦ ἡφαιστειακοῦ πετρώματος ἢ ἔχει διαποτίσει τοῦτο, ἰδίως τὰ λόγφ ἀλλοιώσεως πορώδη τμήματα αὐτοῦ, καὶ ὀφείλεται εἰς θερμὰς διαλύσεις νεωτέρας φάσεως ἐκρήξεων ἢ μεταηφαιστειακῆς ἐνεργείας, αἵτινες κατὰ τὴν ἀνοδὸν τῶν ἀντέδρασαν χημικῶς ἐπὶ τῶν ἡφαιστειακῶν πετρωμάτων.

#### Β'. ΠΡΟΠΥΛΙΤΙΩΣΙΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΟΦΟΡΙΑ ΠΑΛΑΙΩΝ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ (ΠΡΑΣΙΝΙΤΩΝ)

Ἡ μεταηφαιστειακὴ μεταλλοφορία εἶναι συνήθης εἰς παλαιούς ἡφαιστίτας τῆς Ἑλλάδος. Εἰς τὴν Λακωνίαν π.χ. ἡ χαλκοῦχος μεταλλοφορία τῶν ἄνω παλαιοζωϊκῶν πορφυριτικῶν πετρωμάτων εἶναι ὕδροθερμικῆς προελεύσεως, συνδέεται ἐνίοτε μὲ φλέβας χαλαζίου ἢ βαρύτου καὶ παρουσιάζεται κυρίως εἰς τὰ ὑπαβυσσικῶς προπυλιωθέντα τμήματα τῶν ἡφαιστειακῶν τούτων πετρωμάτων. Δεῖγμα τῆς προπυλιτιώσεως ταύτης εἶναι ἡ ἄφθονος παρουσία χλωρίτου καὶ ἐπιδότου εἰς τοὺς ἡφαιστίτας αὐτοὺς τῆς Λακωνίας (1,25 καὶ 32), οἵτινες παρουσιάζουν ἐπὶ πλέον καὶ πυριτίωσιν (13). Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν δεχόμεθα, ὅτι μεταηφαιστειακαὶ θερμαὶ διαλύσεις, ὅξιναι κατ' ἀρχὴν, ἀφῆρσαν ἐκ τῶν ἡφαιστειακῶν πετρωμάτων ὠρισμένα ἠλεκτροθετικὰ στοιχεῖα, π.χ. μαγνήσιον ἐκ τῶν φεμικῶν συστατικῶν, νάτριον καὶ ἀσβέστιον ἐκ τῶν ἀστρίων καὶ διάφορα μέταλλα, ἰδιαιτέρως ἐκεῖνα, ἅτινα εὕρισκοντο εἰς μικρὸν ποσοστὸν ἐντὸς τῶν ἡφαιστειακῶν αὐτῶν πετρωμάτων, ὅπως ψευδάργυρον, μόλυβδον καὶ χαλκόν. Εἰς τοὺς οὕτω δημιουργηθέντας πόρους τῶν πετρωμάτων αὐτῶν καὶ κυρίως εἰς τὰ λόγφ τῆς ψύξεως τῶν ἡφαιστιτῶν δημιουργηθέντα ρήγματα κατατμήσεως ὡς καὶ εἰς τὰ μεταγενέστερα τεκτονικὰ ρήγματα ἀπετέθησαν ἀργότερον ἐκ τῶν θερμῶν διαλύσεων, τῶν ὁποίων ἠλαττώθη ἡ ὀξύτης, λόγφ προσλήψεως ἠλεκτροθετικῶν στοιχείων νατρίου, ἀσβεστίου καὶ μαγνησίου, τὰ ἐν διαλύσει

μεταλλοφόρα όρυκτά χαλκού, μολύβδου και άλλα. Είναι πολύ πιθανόν, ότι αϊ διαλύσεις αυτές επέφερον επί πλέον και μείωσιν τῆς βασικότητος τῶν άστρίων εἰς τὰ βασικά ἠφαιστειακά πετρώματα τῆς ΝΑ Λακωνίας, ὥστε ταῦτα παρουσιάζονται σήμερα ὡς ἐνδιαμέσου τύπου πετρώματα, π.χ. ὀλιγοκλαστικοὶ ἀνδεδῖται, ὡς ἀναφέρονται ταῦτα εἰς προσφάτους πετρολογικὰς ἐργασίας (27 καὶ 33). Τοῦτο ἀφορᾷ εἰς τὰ ἀνώτερα προπυλιωθέντα τμήματα τῶν ἠφαιστιτῶν, ὅπου τὸ ὑπὸ τῶν ὀξείνων θερμῶν διαλύσεων μὴ ἀπαλκαλωθὲν ἀσβέστιον τῶν άστρίων, ἀντικατεστάθη ἀργότερον, ἐλαττωθείσης τῆς θερμοκρασίας τῶν θερμῶν διαλύσεων εἰς τὰ ἀνώτερα τμήματα τῶν ὑποηφαιστειακῶν πετρωμάτων, ὑπὸ τοῦ πλέον βασικοῦ νατρίου, ὅπερ περιείχετο ἀφθόνως εἰς τὰς θερμὰς διαλύσεις ἐξ ἀπαλκαλώσεως κατωτέρων τμημάτων τῶν πετρωμάτων αὐτῶν. Δηλαδή τὸ ἀσβέστιον παρουσιάζεται ἐδῶ πλέον εὐκίνητον τοῦ νατρίου, λόγω πτώσεως τῆς θερμοκρασίας τῶν διαλύσεων καὶ ἠϋξημένης περιεκτικότητος αὐτῶν εἰς νάτριον.

Αἱ φλέβες βαρύτου εἰς τὰ ἠφαιστειακά αὐτὰ πετρώματα τῆς Λακωνίας ὀφείλονται εἰς μεταγενέστερον, ἀλκαλικὸν στάδιον τῆς μεταηφαιστειακῆς ἐνεργείας, κατὰ τὸ ὅποιον ἡ δρᾶσις τοῦ ὀξυγόνου ὑπῆρξεν ἐντονωτάτη, ὡς μαρτυρεῖ ἡ ἐξ αἱματίτου παραγένεσις τοῦ χαλκοπυρίτου ἀντὶ ἐκείνης ἐκ σιδηροπυρίτου. Ἡ παρατήρησις (34) ὅτι ὁ αἱματίτης ἀποτελεῖ σύνηθες ὀρυκτὸν τῆς μεταλλοφορίας τῆς περιοχῆς ταύτης, εὐνοεῖ τὴν ἄποψιν, ὅτι ἐδῶ πρόκειται περὶ αἱματιτικῆς μετασωματώσεως.

Προπυλιτίωσιν καὶ μάλιστα ἐντονον πυριτίωσιν, μὲ παραγένεσιν ἀπατίτου καὶ ζιρκονίου, παρουσιάζουν καὶ τὰ ἠφαιστειακά πετρώματα τῆς περιοχῆς Φοινίκι-Παπαδιάνικα (Μολάοι), ἐντὸς τῶν ὁποίων, κατὰ προτίμησιν εἰς τὰς ἐπιφανείας κατατμήσεως τῶν λαβῶν, παρουσιάζεται μεταλλοφορία γαληνίτου (20). Ἡ πυριτίωσις εἰς τὴν περιοχὴν ταύτην ἔχει περιορισθῆ εἰς τὰ ἀνώτερα τμήματα τῶν ἠφαιστιτῶν.

Ἡ χαλκοῦχος μεταλλοφορία τῆς περιοχῆς Ἀλώρου-Ἀριδαίας (Νομὸς Πέλλης) συνδέεται ἐπίσης μὲ ὑπαβυσσικὴν προπυλιτίωσιν διαβασικῶν πετρωμάτων (ὀλιβινικοῦ διαβάσου, σπιλίτου). Τὸ ἠφαιστειακὸν πέτρωμα πλησίον τῶν μεταλλοφόρων φλεβῶν ἐκ χαλκοπυρίτου, χαλκοσίνου καὶ ἐναργίτου ἔχει ὑποστῆ χλωριτίωσιν καὶ ἐνίοτε ἐπιδοτίωσιν. Τοῦτο προϋποθέτει ἀλλοιώσιν ὄχι μόνον τῶν φεμικῶν συστατικῶν τοῦ πετρώματος, ἀλλὰ καὶ τῶν άστρίων, ἐκ τοῦ ἀργιλίου τῶν ὁποίων ἐσχηματίσθησαν τὰ ἀργιλλοπυριτικά ὀρυκτὰ ἀσβεστίου, μαγνησίου καὶ σιδήρου. Ἡ χλωριτίωσις μάλιστα ἀποτελεῖ καθοδηγητικὸν γνώρισμα ὑπάρξεως φλεβῶν ὑδροθερμικῆς μεταλλοφορίας χαλκοῦ εἰς τὴν περιοχὴν αὐτὴν (17), ὅπερ δηλοῖ, ὅτι ἐκ τῶν διαλύσεων ὁ χαλκὸς ἀπεβλήθη μετὰ τὴν δέσμευσιν μέρους τοῦ σιδήρου πρὸς σχηματισμὸν χλωρίτου. Ἀλλὰ καὶ εἰς τὰς ἄλλας περιοχὰς τῆς Ἑλλάδος, π.χ. εἰς τὸν Στύρφακα καὶ ἄλλας θέσεις τῆς Φθιώτιδος, ὅπως ἐπίσης εἰς Περιβόλι καὶ Ἀβδέλλαν τῆς

περιοχής Γρεβενών, ή χαλκούχος μεταλλοφορία και ό σιδηροπυρίτης συνδέονται με ύπαβυσσικήν προπυλιτίωσιν δολεριτικών (διαβασικών) και άνδσειτικών πετρωμάτων και συνοδεύουν συνήθως χαλαζιακάς φλέβας (14 και 16).

Τò γεγονός, ότι ή μεταλλοφορία τών διαβασικών πετρωμάτων τής Ελλάδος έχει περιορισθή σχεδόν αποκλειστικώς εις χαλκόν και σίδηρον (σιδηροπυρίτην), τοῦ σιδήρου συνήθως δεσμευθέντος εις τὰ ἐκ τών διαλύσεων σχηματισθέντα άργιλλοπυριτικά όρυκτά, σημαίνει, ότι αί θερμαί μεταλλοφόροι διαλύσεις, ἐκ τών όποίων άπεβλήθη ό χαλκός εις τὰ δι' έπενεργείας των προπυλιτιωθέντα διαβασικά πετρώματα, δέν ήσαν ἐξ άρχής μεταλλοφόροι. Είμαι δύσκολον νά ύποθέσωμεν, ότι ἐκ τοῦ μάγματος, κατά τò μεταηφαιστειακόν στάδιον, άπεβλήθη μόνον χαλκός και σίδηρος. Κατόπιν τούτου νομίζομεν, ότι και εις τὰς περιπτώσεις αὐτάς αί θερμαί διαλύσεις, αΐτινες προεκάλεσαν τήν προπυλιτίωσιν τών διαβασικών πετρωμάτων, παρέλαβον ἐκ τών ύπ' αὐτών προσβληθέντων τμημάτων τόν ένυπάρχοντα χαλκόν όμοῦ μετά τοῦ άσβεστίου, νατρίου και άλλων στοιχείων. Είμαι ήδη γνωστόν (36), ότι οί διαβάσαι περιέχουν πάντοτε θειούχους ένώσεις χαλκοῦ, ιδίως χαλκοπυρίτην, ως και χαλκούχον μαγνητοπυρίτην και σιδηροπυρίτην. Άργότερον αί διαλύσεις αὐται, όξιναι κατ' άρχήν, έξουδετερώθησαν λόγω προσλήψεως και άλλων στοιχείων βάσεων ἐκ τών πετρωμάτων και άπέβαλον, ως λίαν σιδηροῦχοι, τόν χαλκόν μετά τήν άποβολήν τοῦ σιδήρου εις τὰ ρήγματα τών ήφαιστειακών πετρωμάτων, όπου παρουσιάζεται χλωριτίωσις και έπιδοτίωσις. Τοιούτου είδους πηγήν διά χαλκόν, τοῦλάχιστον έν μέρει, δέχεται ως λίαν πιθανήν και ό Korshinskij (22,60), διότι τὰ κοιτάσματα χαλκοῦ συνήθως κεΐνται εις βασικά πετρώματα.

Είς μεταηφαιστειακάς θερμάς διαλύσεις, αΐτινες προεκάλεσαν προπυλιτίωσιν τών ήφαιστειακών πετρωμάτων τής Έρμιόνης, ως τεκμαιρόμεθα τοῦτο ἐκ τής παρουσίας χλωρίτου και σερικίτου (6), όφείλεται, έν μέρει τοῦλάχιστον, ή μεταλλοφορία τοῦ χαλκούχου σιδηροπυρίτου τής περιοχής ταύτης. Είς τήν περίπτωσιν αὐτήν αί θερμαί διαλύσεις ἐκτός τής άσθενοῦς άρχικῆς των μεταλλοφορίας, άντιδράσασαι κατά τήν διέλευσίν των μέσω έκρηξιγενών πετρωμάτων χημικώς έπ' αὐτάν, παρέλαβον ως όξιναι ἐκ τούτων, μετά τήν άφαίρεσιν νατρίου και άσβεστίου ἐκ τών άστρίων και μαγνησίου ἐκ τών πυροξένων, τὰ ένυπάρχοντα μέταλλα χαλκόν και σίδηρον, τὰ όποΐα άπέβαλον άργότερον (άλλαγή τοῦ pH τών διαλύσεων) εις άνώτερα τμήματα τών ήφαιστειακών πετρωμάτων ή περίξ αὐτών. Η δομή πήγματος (Gelstruktur), τήν όποίαν παρουσιάζει ό σιδηροπυρίτης τής Έρμιόνης (3), όμιλεΐ περι τής χαμηλῆς θερμοκρασίας τής γενέσεός του, αλλά δέν άποτελεΐ κριτήριον μόνον διά ίζηματογενεΐς σχηματισμούς (35,478). Η άπουσία έξ άλλου βαρύτου, όστις άποτελεΐ σύνηθες όρυκτόν εις κοιτάσματα άτμίδων (όπερ δέν διαλύεται ως ή έπίσης έκεί σχημα-

τιζομένη γύψος), όπως και η μη ανεύρεσις απολιθωμάτων εντός τῆς μάζης τοῦ σιδηροπυρίτου, δὲν συνηγοροῦν ὑπὲρ τῆς ἀπόψεως (3 καὶ 4) ὅτι τὸ μετάλλευμα αὐτὸ πρέπει νὰ καταταχθῇ εἰς τὰ ὑποθαλάσσια ἰζηματογενῆ ἀτμιδοῦδροθερμικὰ κοιτάσματα, ὅπως εἶναι τὰ γνωστὰ κοιτάσματα τοῦ Rammelsberg εἰς τὴν Γερμανίαν (35).

Ἄλλὰ καὶ ἡ σταθερὰ χημικὴ σύστασις τοῦ μεταλλεύματος (30), ὑψηλὴ πάντοτε εἰς σίδηρον ( $Fe = 38-39\%$  καὶ  $Cu = 0,7-3\%$ ) καὶ λίαν πτωχὴ εἰς ψευδάργυρον καὶ μόλυβδον ( $Pb + Zn < 1\%$ ), δὲν ἐνισχύει τὴν ἀποψιν τῆς ὡς ἄνω ἰζηματογενεῶς προελεύσεως τοῦ κοιτάσματος τῆς Ἑρμιόνης, ἀλλὰ τὴν ἄλλην, ἣτις δέχεται, ὅτι τὸ κοίτασμα ὀφείλεται εἰς θερμὰς μεταηφαιστειακὰς διαλύσεις, αἵτινες ἐπέφερον ἀπαλάκλωσιν τῶν βασικῶν πετρωμάτων.

Ἡ παράλληλος διάταξις τοῦ κοιτάσματος τῆς Ἑρμιόνης πρὸς τοὺς σχιστολίθους ἀποτελεῖ ἀναμφιβόλως εὐνοϊκὸν στοιχεῖον διὰ τὴν ἀποψιν τῆς ἀποθέσεως αὐτοῦ εἰς θαλάσσιον πυθμένα ἐκ θερμῶν διαλύσεων, δὲν ἀποκλείει ὅμως ἄλλον τρόπον γενέσεως αὐτοῦ, διὰ τὸν λόγον, ὅτι καὶ τὰ ὑποθαλάσσια διαβασικὰ καλύμματα παρουσιάζουν ἀνάλογον διάταξιν. Συνεπῶς ἡ ὁμοφωνία αὐτῆ δὲν ἀποκλείει τὸν σχηματισμὸν τοῦ χαλκούχου σιδηροπυρίτου τῆς Ἑρμιόνης ἐξ ὑλικῶν, ἅτινα ἀπεβλήθησαν ἐκ θερμῶν μεταηφαιστειακῶν διαλύσεων, εἴτε ἐντὸς προπυλιτιωθέντων τμημάτων τοῦ διαβασικοῦ πετρώματος, εἴτε εἰς τὰ ἐφαπτόμενα πρὸς τοῦτο τμήματα τοῦ ἀσβεστιτικοῦ σχιστολίθου, ἐντὸς τοῦ ὁποίου διακρίνονται κρύσταλλοι ἀστρίων τοφφικῆς προελεύσεως, κατὰ πολὺ μεγαλύτεροι τῶν κρυστάλλων τοῦ ἀσβεστίτου, ὅστις εἰς βᾶρος καταλαμβάνει τὰ 65% τοῦ πετρώματος. Εἰς τὴν δευτέραν περίπτωσιν ὑποτίθεται, ὅτι ἐγένετο ἀντικατάστασις τοῦ ἀσβεστίτου τοῦ σχιστολίθου ὑπὸ τοῦ σιδηροπυρίτου τῶν μεταλλοφόρων θερμῶν διαλύσεων, αἵτινες διεπότισαν τὸν λεπτοπορώδη ἀσβεστιτικὸν σχιστόλιθον. Τὸ μετάλλευμα ἄλλωστε τῆς Ἑρμιόνης εἶναι λεπτόκοκκον καὶ περιέχει πάντοτε σερικίτην καὶ χαλαζίαν. Ἡ περιεκτικότης τούτου εἰς χαλαζίαν, ὅστις συνήθως παρουσιάζεται ὑπὸ μορφὴν μεμονωμένων κόκκων, ὑπερβαίνει ἐνίοτε τὸ 30% (4).

Ἡ ἐντὸς τοῦ μεταλλοφόρου σώματος παρεμβολὴ ἐνὸς στεῖρου ἐνδιαμέσου ὀρίζοντος, πάχους 2 - 20 cm, θὰ πρέπη, εἰς περίπτωσιν ἰζηματογενεῶς προελεύσεως τοῦ μεταλλεύματος, νὰ ἀποδοθῇ εἰς πρόσκαιρον διακοπὴν τῆς ἀτμιδικῆς ἐνεργείας, πρᾶγμα ἀσύνηθες. Τοῦναντίον, εἰς τὴν περίπτωσιν σχηματισμοῦ τοῦ μεταλλεύματος ἐκ θερμῶν μεταηφαιστειακῶν διαλύσεων τὸ στεῖρον στρῶμα θεωρεῖται ὡς φακοειδῆς ἀβεστολιθικὴ ἐνστρωσις ἐντὸς τοῦ ἀσβεστιτικοῦ σχιστολίθου, τὴν ὁποίαν δὲν ἠδυνήθησαν νὰ διαπεράσουν αἱ θερμαὶ διαλύσεις, λόγῳ τῆς στιφρότητος τοῦ ἀβεστολιθικοῦ ὑλικοῦ καὶ τῆς ἐλλείψεως ρωγμῶν ἐντὸς αὐτοῦ. Εἰς ἐξετασθὲν δειγμα ἐκ τῆς θέσεως Γαλαρία 90, διεπιστώθη στιφρότατον ὑλικὸν ἐξ ἀσβεστίτου, ἐντὸς τοῦ ὁποίου

κατὰ τόπους παρουσιάζονται ἄφθονοι μεγάλοι σχετικῶς κρύσταλλοι ἀστρίων καὶ σποραδικοὶ κόκκοι σιδηροπυρίτου συγχρόνου μὲ τοὺς δευτερογενεῖς ἀστρίους. Μόνον εἰς μεταγενέστερα μικρορρήγματα παρουσιάζονται μεγάλοι δευτερογενεῖς κρύσταλλοι ἀσβεστίτου.

#### Γ'. ΠΡΟΠΥΛΙΤΙΩΣΙΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΟΦΟΡΙΑ ΝΕΩΤΕΡΩΝ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ

Μὲ φαινόμενα προπυλιτιώσεως ἀνδσειτικῶν πετρωμάτων συνδέεται καὶ ἡ χαλκοῦ-χος μεταλλοφορία τῆς περιοχῆς Σκουριῆς Χαλκιδικῆς (5 καὶ 12). Προπυλιτιώσιν καὶ ἐπὶ πλέον πυριτιώσιν καὶ σιδηροπυριτιώσιν παρουσιάζουν καὶ τὰ ἡφαιστειακὰ πετρώματα (ἀνδσεῖται) τῆς Κίρκης (38 καὶ 29), ἐντὸς τῶν ὁποίων παρατηρεῖται ἐπιθερμικὴ κυρίως μεταλλοφορία μολύβδου καὶ ψευδαργύρου ὑποηφαιστειακοῦ τύπου (38). Καὶ εἰς τὰς περιπτώσεις αὐτὰς δεχόμεθα, ὅτι τόσον ἡ προπυλιτιώσις τῶν ἡφαιστειακῶν πετρωμάτων, ὅσον καὶ ἡ μεταλλοφορία τούτων, ὀφείλονται εἰς θερμὰς μεταηφαιστειακὰς διαλύσεις, ἐμπλουτισθείσας καθ' ὁδὸν διὰ χημικῆς ἀντιδράσεως τούτων ἐπὶ βαθυτέρων τμημάτων τῶν ἡφαιστειακῶν πετρωμάτων, ἐντὸς τῶν ὁποίων εἶχον παραμείνει κατὰ τὴν στερεοποίησίν των θειοῦχοι ἢ καὶ πυριτικά ἐνώσεις μετὰλλων. Ὡς γνωστὸν (37,241), τὰ ἐκρηξιγενῆ πετρώματα περιέχουν πάντοτε χαλκόφιλα στοιχεῖα ἠνωμένα μετὰ λιθοφίλων, ἀλλὰ εἰς διάσπαρτον κατάστασιν. Ἐκ τῶν κορεσθεισῶν διαλύσεων ἀπεβλήθησαν πρῶτον ἀρσενοπυρίτης, κατόπιν σιδηροπυρίτης καὶ χαλκοπυρίτης, καὶ μετέπειτα κατὰ σειρὰν σφαλερίτης καὶ γαληνίτης. Διαπίστωσις ἄλλης διαδοχῆς ἀποθέσεως ὀρυκτῶν εἰς τοιαύτας περιπτώσεις σημαίνει παρουσίαν προηγουμένης μεταλλοφορίας, τῆς ὁποίας τὰ ἀδρανῆ συστατικά ἀντικατεστάθησαν ἐν μέρει ὑπὸ τῶν εὐκινήτων τῆς νέας μεταλλοφορίας. Παρατηρεῖται δηλ. ἀντικατάστασις τοῦ ἀδρανοῦς σιδηροπυρίτου καὶ σφαλερίτου ὑπὸ τοῦ εὐκινήτου χαλκοπυρίτου, διατηρουμένης τῆς ἀρχῆς, ὅτι τὰ ἐπικρατοῦντα εἰς τὰς διαλύσεις ποσοτικῶς μεταλλικὰ στοιχεῖα ἀποβάλλονται ἐξ αὐτῶν ἐνωρίτερον τῶν ἄλλων, π.χ. ἐκ τῶν λίαν σιδηρούχων διαλύσεων ἀποβάλλονται πρῶτα τὰ ὀρυκτὰ σιδήρου.

Προπυλιτιώσις, ἔκδηλος ἐκ τῆς παρουσίας χλωρίτου καὶ ἐπιδότου, ἐμφανίζεται καὶ εἰς τὰ ἡφαιστειακὰ πετρώματα τῆς νήσου Ἰμβρου, ἅτινα κατὰ τὸν Γεωργαλῶν (11,6) συνοδεύονται μὲ φλεβίδια σιδηροπυρίτου καὶ γαληνίτου. Μεταλλοφορίαν, καὶ δὴ ἐκ γαληνίτου, σιδηροπυρίτου καὶ κοβελλίνου, παρουσιάζουν καὶ τὰ προπυλιτιωθέντα διαβασικά πετρώματα τῆς Σαμοθράκης. Ἡ μεταλλοφορία ὅμως αὐτὴ ὀφείλεται εἰς μεταμαγματικὰς διαλύσεις, προελθούσας ἐκ τοῦ γειτονικοῦ γρανιτικοῦ σώματος τῆς περιοχῆς αὐτῆς (7 καὶ 10). Τοῦναντίον, τὰ ὀξείδια σιδήρου, ἅτινα συναντῶνται ἐντὸς τῶν νεωτέρων ἡφαιστειακῶν πετρωμάτων τῆς νήσου ταύτης, ὀφείλον-



ται εις ατμιδικήν δρασιν ύψηλῆς θερμοκρασίας τοῦ ἠφαιστειακοῦ κέντρου τῆς Σαμοθράκης. Ἡ μεταλλοφορία χαλκοῦ, μολύβδου καὶ βαρύτου τῆς περιοχῆς Σπαθαραίων Σάμου παρουσιάζεται εἴτε ἐντὸς μαρμάρων, εἴτε εις τὴν ἐπαφὴν μαρμάρων καὶ ὑπερκειμένων σχιστολίθων καὶ θεωρεῖται προῖον ὑποηφαιστειακῆς ἐνεργείας (24). Τὸ ἴδιον ἰσχύει καὶ διὰ τὰ μεταλλεύματα τῆς Ἀντιπάρου (2).

Τὰ ἠφαιστεια Μεθάνων, Αἰγίνης, Μήλου καὶ Σαντορῆνης, ἔδωκαν κατὰ τὴν πρώτην φάσιν ἐκρήξεως πυροκλαστικὰ ὑλικά (σποδὸν καὶ ἀναβλήματα), ἅτινα δὲν παρέχουν εὐνοϊκὰς συνθήκας διὰ τὸν σχηματισμὸν μεταλλευμάτων. Ἀλλὰ καὶ εις τὰς μετέπειτα ἐκρήξεις δὲν ἠδυνήθησαν ταῦτα νὰ δώσουν, ἔστω καὶ μετρίαν, μεταλλοφορίαν, διότι τὰ ὑλικά των ἐξεχύθησαν εις τὴν ἐπιφάνειαν ὡς λάβαι, ὅποτε τὰ πτητικὰ μεταλλοφόρα συστατικά των διέφυγον, κατὰ τὴν ψῦξιν τῶν λαβῶν, μετὰ τῶν ἄλλων συστατικῶν εις τὴν ἀτμόσφαιραν. Ἡ μόνη δυνατὴ μεταλλοφορία εις τὰς περιπτώσεις αὐτὰς εἶναι ἡ ὑποηφαιστειακὴ καὶ μεταηφαιστειακὴ. Ἐπειδὴ ὅμως τὰ ἠφαιστειακὰ πετρώματα τῶν ὡς ἄνω περιοχῶν δὲν παρουσιάζουν προφυλιτίωσιν, ἡ πιθανὴ μεταλλοφορία τούτων θὰ ἔχῃ περιορισθῆ εἰς βαθύτερα τμήματα τῶν ἠφαιστειογενῶν περιοχῶν, ἅτινα ἀσφαλῶς θὰ ἔχουν ὑποστῆ προφυλιτίωσιν.

Ἡ εις ἄλλας περιοχὰς παρατηρουμένη μεταλλοφορία ἀνδεσιτῶν ἀνήκει εις ὑποηφαιστειακὴν ἐκδηλώσιν, ἥτις προεκάλεσε προφυλιτίωσιν βαθυτέρων τμημάτων τῶν ἠφαιστειακῶν πετρωμάτων, ἅτινα ὅμως ἀπεκαλύφθησαν συνεπεῖα ἐντόνου διαβρώσεως τῶν ὑπερκειμένων στρωμάτων. Εἰς τὴν Μακεδονίαν π.χ., Θράκην καὶ Ἰμβρον, ὅπου ἡ ἠφαιστειότης ἐξεδηλώθη ἐνωρίτερον παρ' ὅσον εις τὸ τόξον τοῦ Αἰγαίου, τὰ ἠφαιστειακὰ πετρώματα, ὅπως καὶ τὰ γειτονικά των, ὑπέστησαν ἐπὶ μακρότερον χρόνον τὴν διάβρωσιν καὶ συνεπῶς παρέχουν μεγαλυτέραν πιθανότητα ἀποκαλύψεως βαθυτέρων προφυλιτιωθέντων ὀριζόντων, ὅπου αἱ συνθήκαι διὰ μεταηφαιστειακὴν μεταλλοφορίαν ἦσαν εὐνοϊκαί. Οὕτως ἐξηγεῖται ἡ μεταλλοφορία τῶν ἀνδεσιτικῶν πετρωμάτων εις τὴν Γιουγκοσλαβίαν, ἅτινα εἶναι παλαιότερα τῶν ἀντιστοίχων ἠφαιστειτῶν τοῦ Αἰγαίου.

#### Δ'. ΑΤΜΙΔΙΚΗ ΜΕΤΑΛΛΟΦΟΡΙΑ ΚΑΙ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΑ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΑ ΒΕΛΛΑΤΩΣΕΩΣ ΘΕΡΜΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

Ἡ μεταλλοφορία τῶν ἠφαιστειακῶν πετρωμάτων τῆς Μήλου δὲν συνδέεται μὲ φαινόμενα προφυλιτιώσεως. Ἡ ἄφθονος ἄλλωστε παρουσία ἀλουίντου καὶ θείου εις τὴν περιοχὴν ταύτην, ὡς καὶ ἡ παρουσία ἀτμίδων γενικῶς, ὁμιλοῦν περὶ τῆς χαμηλῆς θερμοκρασίας τῆς μεταηφαιστειακῆς δράσεως. Τὰ ὀρυκτὰ γαληνίτης καὶ σφαλερίτης, ἅτινα συναντῶνται ἐντὸς ρηγμάτων τῶν λαβῶν καὶ ἠφαιστειακῶν τόφφων, θεωροῦνται ὡς ἐπενέργεια τῶν ἀτμίδων, αἵτινες προεκάλεσαν καὶ τὴν ἀλλοίωσιν τῶν

λαβῶν καὶ τόφφων (8 καὶ 24). Τὰ μεταλλεύματα ὅμως αὐτά, ὅπως καὶ ὁ βαρύτης, ἐσχηματίσθησαν ὑπὸ ὑδροθερμικὰ διαλύματα, συνδεδόμενα μὲ τὴν ἀτμιδικὴν ἐνέργειαν. Χαρακτηριστικὰ ὀρυκτὰ τῆς δράσεως αὐτῆς τῶν ἀτμίδων εἶναι ἐδῶ θεῖον, ἀλουρίτης, καολινίτης καὶ ὀπάλλιος. Πάντως ἡ μεγάλη ἐξάπλωσις κοιτασμάτων βαρύτου εἰς τὸ Νότιον Αἰγαῖον (Μῆλος, Μύκονος, Σάμος καὶ Κῶς) δηλοῖ, ὅτι τῶν σχηματισμῶν τούτων προηγήθη ἄλλη ἔντονος ὑδροθερμικὴ μεταλλοφορία ὑψηλοτέρας θερμοκρασίας (Διὰ τὰ μεταλλεύματα μαγγανίου τῆς Μήλου βλέπε ἐπόμενον κεφ.).

Ἀποσύνθεσις ἠφαιστειακῶν πετρωμάτων, ὡς ἀποτέλεσμα ἀτμιδικῆς ἐπιδράσεως, παρατηρεῖται καὶ εἰς τὴν περιοχὴν τῆς Κρομμυωνίας (26 καὶ 31), ὅπου αὕτη συνδέεται μὲ σχηματισμὸν ἐντὸς τῶν συνεπειᾶ τῆς ἀποσυνθέσεως τοῦ πετρώματος δημιουργηθέντων κενῶν χώρων ἐντὸς αὐτοῦ, γύψου, μελαντηρίτου, θεῖου, ἐψωμίτου καὶ ἄλλων ὀρυκτῶν, χωρὶς νὰ παρουσιάζεται προπυλιτίωσις τῶν δακτιτικῶν πετρωμάτων τῆς περιοχῆς αὐτῆς. Εἰς ἀτμιδικὴν δρᾶσιν, ἀλλὰ ὑψηλῆς θερμοκρασίας, ὀφείλονται, ὡς ἐλέχθη, (κεφ. Γ'), τὰ ὀξειδία σιδήρου ἐντὸς τοῦ ἠφαιστίτου τῆς Σαμοθράκης. Ἐπὶ πλέον αἱ ἐμφανίσεις βαρύτου τῆς Λακωνίας (20) εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ χωρίου Παπαδιάνικα (θέσεις Σικληροῦ, Κάτω Κορογῶνας, κτῆμα Τσαγκλῆ καὶ Ἀμπελαγιά) πρέπει νὰ θεωρηθοῦν ὡς ἀτμιδοὑδροθερμικὰ καὶ δὴ ὑποθαλάσσια κοιτάσματα. Τὸ ἴδιον δύναται νὰ λεχθῆ καὶ διὰ τὴν ἐμφάνισιν βαρύτου εἰς Τυρὸν (Λεωνίδιον), τὴν ὁποίαν ἀναφέρει ὁ Κτεναῆς (23). Ὁμοίως κατηγορίας εἶναι καὶ τὰ μαγγανιοῦχα μεταλλεύματα Ἀργολίδος (περιοχὴ Ναυπλίου καὶ Ἐρμιόνης), περὶ τῶν ὁποίων ὁ συγγραφεὺς ἀσχολεῖται εἰς ἰδιαιτέραν μελέτην.

#### Ε'. ΜΕΤΑΛΛΟΦΟΡΙΑ ΚΑΙ ΤΥΠΟΣ ΜΑΓΜΑΤΟΣ

Ἀπὸ κοιτασματολογικῆς ἀπόψεως ἐνδιαφέρον παρουσιάζει καὶ ἡ σχέσις τῆς μεταλλοφορίας (εἶδος καὶ ἔντασις αὐτῆς) πρὸς τὸν τύπον τοῦ μάγματος. Ἡ μεταλλοφορία τῆς Χίου (ἀντιμόνιον, μόλυβδος καὶ ψευδάργυρος), ἣτις παρουσιάζεται ἐντὸς πετρωμάτων τοῦ λιθανθρακοφόρου, συνδέεται μὲ λιπαριτικὰς ἐκρήξεις τοῦ Νεογενοῦς (25). Εἰς τὴν Ἀντίπαρον ἡ μεταλλοφορία σιδήρου, μαγγανίου καὶ μολύβδου ὀφείλεται εἰς ὑποηφαιστειακὴν ἐνέργειαν ρυολίθων τοῦ Τεταρτογενοῦς (2). Εἰς τὴν Λέσβον ἐπίσης ἡ μεταλλοφορία μαγγανίου καὶ μολυβδαινίου συνδέεται μὲ ὄξινα ἠφαιστειακὰ πετρώματα (περλίτας). Ἡ βαρυτίνη τῆς Μήλου καὶ ὁ σχηματισμὸς τῶν μαγγανιοῦχων μεταλλευμάτων συνδέονται μὲ τὴν μεταηφαιστειακὴν δρᾶσιν τῆς δακτιτικῆς καὶ ὀξίνου ἀνδεσιτικῆς φάσεως τῶν διλουβιακῶν ἐκρήξεων (8, 24 καὶ 39). Τὰ οἰκονομικῆς μάλιστα σημασίας κοιτάσματα βαρυτίνης εὐρίσκονται ἐντὸς τῶν πλειοκαινικῶν τόφφων, τοὺς ὁποίους διασχίζουν αἱ διλουβιακαὶ λάβαι.

Ἐκ τῆς ἀναφερθείσης συνδέσεως νεογενῶν καὶ τεταρτογενῶν ἠφαιστειακῶν κοι-

τασμάτων τῆς Ἑλλάδος μὲ ρουλιθικά, ἐνίοτε καὶ δοικτικά, πετρώματα συνάγεται ὅτι ἡ νεογενὴς καὶ τεταρτογενὴς ἠφαιστειακὴ, ἔστω καὶ ἀσθενὴς, μεταλλοφορία εἰς τὴν χώραν μας παρουσιάζεται κατὰ προτίμησιν εἰς τὸ τελευταῖον στάδιον τῆς ἐπακολούθου ἠφαιστειότητος. Τοῦναντίον, εἰς τὴν Γιουγκοσλαβίαν ἡ ἀντίστοιχος ἠφαιστειακὴ μεταλλοφορία συνδέεται κυρίως μὲ ἀνδεσίτας καὶ δακίτας, δηλαδὴ μὲ τὸ κύριον στάδιον τῆς ἐπακολούθου ἠφαιστειότητος ὑπὸ τὴν ἔννοιαν τοῦ Stille. Ὁ Cissarz (9,53) μάλιστα προσθέτει, ὅτι ἡ τελικὴ ἠφαιστειότης εἰς τὴν Γιουγκοσλαβίαν εἶναι στεῖρα. Ἐπειδὴ εἰς τὴν Ἑλλάδα δὲν ἔχει παρουσιασθῆ ἡ φάσις τῆς τελικῆς ἠφαιστειότητος ὑπὸ τὴν ἔννοιαν τοῦ Stille (21), ὑποθέτομεν, ὅτι τὸ ἴδιον ἰσχύει καὶ διὰ τὴν Γιουγκοσλαβίαν, ἣτις γεωτεκτονικῶς ὁμοιάζει πρὸς τὴν Ἑλλάδα. Συνεπῶς τὰ ἀναφερόμενα εἰς τὴν τελικὴν ἠφαιστειότητα τῆς Γιουγκοσλαβίας ἀφοροῦν καὶ ἐκεῖ εἰς τὸ τελευταῖον στάδιον τῆς ἐπακολούθου ἠφαιστειότητος, τὸ ὁποῖον καὶ εἰς τὴν Ἑλλάδα δὲν εἶναι ἀρκούντως πλούσιον εἰς μεταλλοφορίαν.

Ἡ πτωχὴ μεταλλοφορία τοῦ τελευταίου σταδίου τῆς ἐπακολούθου ἠφαιστειότητος ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι τὸ μάγμα, ἐκ τοῦ ὁποίου ἀπεβλήθησαν τελευταίως θερμαὶ διαλύσεις, εἶχεν ἀπολέσει ἐν τῷ μεταξὺ τὸ πλεῖστον τῶν πτητικῶν του συστατικῶν εἰς προηγουμένας ἐκρήξεις. Τὸ ἴδιον ἰσχύει καὶ διὰ μέγα μέρος τῶν μεταλλικῶν στοιχείων τοῦ μάγματος, ἅτινα, λόγῳ τῆς μικρᾶς ἀκτῖνος ἰόντος, ἐδεσμεύθησαν ἐνωρὶς πρὸς σχηματισμὸν ἐνώσεων. Διὰ τοῦ τρόπου ὅμως αὐτοῦ τὸ ἐναπομεῖναν μάγμα ἐνεπλουτίσθη εἰς χαλκοφιλα στοιχεῖα, ἰδίως εἰς τὰ ἔχοντα μεγάλην ἀκτῖνα ἰόντος, καὶ συνεπῶς ἡ ἠφαιστειότης τῶν ἀλκαλικῶν ρουλίθων καὶ ὀξίνων δακτιῶν, οὔτινες θεωροῦνται κατάλοιπα τοῦ μάγματος, θὰ εἶναι ἀνεξαρτήτως μεγέθους πάντοτε μεταλλοφόρος. Ἡ μεταλλοφορία ὅμως αὕτη ὑστερεῖ ποσοτικῶς ἐκείνης, ἣτις παρουσιάζεται εἰς τοὺς ἀνδεσίτας. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὴν ἐπενέργειαν μεταηφαιστειακῶν διαλύσεων, αἵτινες, προκαλέσασαι προφυλιτίωσιν τῶν ἀνδευσιτικῶν πετρωμάτων, παρέλαβον ἐξ αὐτῶν τὰ μεταλλοφόρα συστατικὰ των, πρᾶγμα σπανιώτερον καὶ ὀλιγώτερον ἔντονον εἰς τὴν περίπτωσιν τῶν νεωτέρων ρουλίθων (π.χ. εἰς τὴν Ἀντίπαρον).

Εἰς τὰς περιπτώσεις (π.χ. εἰς τὴν Μῆλον), κατὰ τὰς ὁποίας αἱ θερμαὶ μεταηφαιστειακαὶ διαλύσεις δὲν παρέλαβον κατὰ τὴν δίοδόν των μέσῳ ἠφαιστειακῶν πετρωμάτων ἀφθονα μεταλλικά στοιχεῖα, ἀπέδωκαν κυρίως βάριον, ἄργυρον καὶ δισθενὲς θεῖον, τὸ ὁποῖον, λόγῳ τῆς μεγάλης ἀκτῖνος ἰόντος ( $1,13 \text{ \AA}$  διὰ τὸν Ag,  $1,43$  διὰ τὸ Ba καὶ  $1,74$  διὰ τὸ S), δὲν εἶχον δεσμευθῆ ὑπὸ ἄλλων στοιχείων καὶ ὡς ἐκ τούτου εἶχον παραμεῖνει εἰς τὸ μάγμα μετὰ τὰς προηγουμένας ἐκρήξεις· εἰς τὰς θερμὰς διαλύσεις ὅμως τὰ στοιχεῖα αὐτὰ εἶναι περισσότερον εὐκίνητα τῶν ἄλλων καὶ ἀνέρχονται μέχρι τῶν ἐπιφανειακῶν τμημάτων τῶν ἠφαιστειακῶν πετρωμάτων. Ἐπίσης παρουσιάζεται μαγγάνιον, τὸ ὁποῖον εἶναι περισσότερον ἠλεκτροθετικὸν στοιχεῖον

των άλλων μετάλλων, έρχόμενον εις την σειράν μετά τας άλκαλικάς γαίας, Ba, Sr, Ca και Mg. Είς τοιούτου είδους μεταλλεύματα, όπως και εις τους άλκαλικούς ρουολίθους τής Ελλάδος, είναι λίαν πιθανή ή παρουσία στοιχείων με μεγάλην ακτίνα ιόντος και μικρόν ιονικόν δυναμικόν, όπως Καίσιον ( $r=1,65\text{\AA}$ ) και Ρουβίδιον ( $r=1,49\text{\AA}$ ).

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΑΝΑΣΤΟΠΟΥΛΟΣ Ι., ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ: Κοιτασματολογική και γεωφυσική αναγνώρισις Ν. και ΝΑ Λακωνίας. Γεωλ. Αναγν. ΙΓΕΥ' αριθ. 27, 1958.
2. ΑΝΑΣΤΟΠΟΥΛΟΣ Ι.: Γεωλογική κατασκευή τής νήσου Αντιπάρου και των περι αυτήν νησίδων. Γεωλ. Γεωφ. Μελέται ΙΓΕΥ', VII, 1963, 235 - 375.
3. ΑΡΑΝΙΤΗΣ Σ.: Η μικροσκοπική εξέτασις του μεταλλεύματος τής Έρμιόνης (Όρυκτολογική σύστασις, δομή και ιστός. Συνθήκαι γενέσεως). Πρακτ. Ακαδ. Αθηνών 35, 1960, 183 - 190.
4. ΑΡΑΝΙΤΗΣ Σ.: Η γένεσις των έκρηξιγενών πετρωμάτων τής Έρμιονίδος και τó μετ' αυτής συνδεδóμενο φαινόμενο μεταλλογένεσεως. Ann. Géol. Pays Helléniques, 14, 1963, 213 - 304.
5. ΑΡΩΝΗΣ Γ.: Άνεύρεσις τραχειτικής έκρήξεως εις Χαλκιδικήν. Δελτίον ΙΓΕΥ' 3, 1956, 12.
6. ΑΡΩΝΗΣ Γ.: Έρευνα επί τής γενέσεως των κοιτασμάτων σιδηροπυρίτου τής Έρμιόνης. Διδακτ. Διατριβή, Αθήναι 1938.
7. ΑΡΩΝΗΣ Γ.: Έκθεσις περι των θειούχων μεταλλευμάτων τής νήσου Σαμοθράκης. Άδημος. έκθεσις ΙΓΕΥ', Αθήναι, 1961.
8. ΒΟΡΕΑΔΗΣ Γ.: ΜΟΥΡΑΜΠΑΣ Θ.: Τά άργυροϋχα μεταλλεύματα τής Μήλου. Δημ. Γεωλ. Έτηρ. Ελλάδας, No 22, Αθήναι 1935.
9. CISSARZ ARN.: Die Stellung der Lagerstätten Jugoslaviens im geologischen Raum. Bull. Géol. Pén. Balkan. Beograd XIX, 1951, 23-60.
10. DAVIS E. N.: Die Vererzungen der Insel Samothraki. Πρακτ. Ακαδ. Αθηνών, Τόμ. 38, 1963, 546 - 555.
11. GEORGALAS G.: Beiträge zur Kenntnis einiger jungtertiären Eruptivgesteine der Insel Imbros. Bull. Volc. Série II, T. X, 1950, 1-48.
12. ΖΑΧΟΣ Κ.: Ανακάλυψις χαλκούχου κοιτάσματος εις την Χαλκιδικήν. Γεωλ. Γεωφ. Μελέται ΙΓΕΥ', VIII, No 1 1963, 1 - 26.
13. ΚΙΣΚΥΡΑΣ Δ.: Έμφανίσεις μεταλλεύματος χαλκού στην περιοχή Μολάων-Μονεμβασιάς του νομού Λακωνίας. Άδημος. έκθεσις, Αθήναι 1955.
14. ΚΙΣΚΥΡΑΣ Δ.: Γεωλογική έκθεσις για τά χαλκούχα κοιτάσματα και τó σιδηροπυρίτη τής περιοχής των χωριών Άβδέλλα και Περιβόλι τής έπαρχίας Γρεβενών. Άδημοσίευτος έκθεσις, Αθήναι 1955.
15. ΚΙΣΚΥΡΑΣ Δ.: Ό όρυκτός πλούτος τής Πελοποννήσου. Πελοποννησιακή Πρωτοχρονιά 1957, 120 - 127.
16. ΚΙΣΚΥΡΑΣ Δ.: Γεωλογική και κοιτασματολογική αναγνώρισις τής περιοχής Στύρφακα Λαμίας, Άδημοσίευτος έκθεσις, Αθήναι 1958.

17. ΚΙΣΚΥΡΑΣ Δ.: Γεωλογική και κοιτασματολογική έκθεσις περί τῆς χαλκούχου περιοχῆς Ἀλώρου - Ἀρδαίας (Νομοῦ Πέλλης), Ἀδημ. ἔκθεσις, Ἀθῆναι 1959.
18. ΚΙΣΚΥΡΑΣ Δ.: Ὁ μαγνητοπυρίτης τοῦ Λαυρίου σὲ συσχέτιση μὲ τὴν μεταλλογένεση τῆς Λαυρεωτικῆς καὶ Σερύφου. Δελτ. Ἑλλ. Γεωλ. Ἑταιρίας IV, 1961, 139 - 155.
19. ΚΙΣΚΥΡΑΣ Δ.: Γεωλογική καὶ κοιτασματολογική ἔκθεσις τῆς μεταλλοφόρου περιοχῆς Σπαθαράων Σάμου. Ἀδημ. ἔκθεσις, Ἀθῆναι 1961.
20. ΚΙΣΚΥΡΑΣ Δ.: Προκαταρτικὴ ἔκθεσις περὶ τῶν μεταλλευμάτων μολύβδου, χαλκοῦ καὶ βαρῦτου τῆς ΝΑ Λακωνίας, Ἀδημ. ἔκθεσις, Ἀθῆναι 1961.
21. ΚΙΣΚΥΡΑΣ Δ.: Μερικὲς σκέψεις γιὰ τὴν ἡφαιστειότητα τοῦ Αἰγαίου. Δελτ. Ἑλλ. Γεωλ. Ἑταιρείας VI, 1964, 84 - 112.
22. KORSHINSKIJ S. D.: Abriss der metasomatischen Prozesse. Akademie-Verlag, Berlin 1965.
23. ΚΤΕΝΑΣ C. A.: Formations primaires semimétamorphiques en Péloponnèse Central. C.R. Som. Soc. Géol. France, 1924, 61-63.
24. ΛΙΑΤΣΙΚΑΣ Ν.: Γεωλογία καὶ κοιτασματολογία χρυσίμων ὄρυκτῶν τῆς νήσου Μήλου. Γεωλ. Ἀναγνωρίσεις ΙΓΕΥ, No 20, Ἀθῆναι 1955.
25. ΜΑΡΑΒΕΛΑΚΗΣ Μ.: Οἱ ἐκρηξιγενεῖς σχηματισμοὶ καὶ ἡ μεταλλογένεια τῆς νήσου Χίου. Ἀρχιμήδης, φύλλον 8, 85 - 95, 1915 καὶ φύλ. 2, 18 - 24, 1916.
26. ΜΑΡΑΒΕΛΑΚΗΣ Μ.: Αἱ θειοῦχοι ἀποθέσεις τῶν ἀτμίδων τοῦ Σουσακίου. Ἀρχιμήδης, φύλ. 12, 140 - 142, 1916 καὶ φύλ. 3, 17 - 18, 1917.
27. ΜΑΡΑΚΗΣ ΓΡ.: Τὰ παλαιοζωϊκὰ ἡφαιστειακὰ πετρώματα τῆς Λακωνίας. Διδακτ. Διατριβή, Ἀθῆναι 1965.
28. ΜΑΡΑΤΟΣ Γ.: Ὀρυκτολογικὴ ἀνάλυσις μεταλλεύματος Κίρκης κλπ. (Ἀλεξανδρουπόλεως), Δελτ. Ἑλλ. Γεωλ. Ἑταιρίας IV, 1961, 173 - 184.
29. ΜΑΡΑΤΟΣ Γ., ΑΝΔΡΟΝΟΠΟΥΛΟΣ Β.: Ἐκθεσις ἐπὶ τῆς κοιτασματολογικῆς μελέτης (Κίρκη). Ἀδημ. ἔκθεσις, Ἀθῆναι 1965.
30. MOUSSOULOS L.: Les gisements pyriteux du district minier d'Hermione (Étude sur leur géologie et minéralogie. Le problème de leur gène). Ann. Géol. Pays Helléniques, 9, 1958, 119-164.
31. ΠΑΠΑΣΤΑΜΑΤΙΟΥ Ι.: Τὰ νεογενῆ ἡφαιστεία τῆς Κρομμωνίας, ὕψηγεία, Ἀθῆναι 1937.
32. ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ Γ.: Αἱ ἐμφάνεισις βαρύτου καὶ γαληνίτου τῆς περιοχῆς Φοινίκι Μολάων. Ann. Géol. Pays Helléniques, 11, 1960, 154 - 160.
33. ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ Γ.: Die Entstehungsbedingungen des Andesits «porfido verde» im südöstlichen Zentralpeloponnes. Ann. Géol. Pays Helléniques, 16, 1965, 233-243.
34. ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ Γ.: Αἱ μεταλλοφόροι ἐμφάνεισις τῶν πορφυριτικῶν πετρωμάτων τῆς Λακωνίας. Πρακτ. Ἀκαδ. Ἀθηνῶν, 40, 1965, 79 - 91.
35. RAMDOHR P.: Mineralbestand, Strukturen und Genesis der Rammelsberg-Lagerstätte. Geol. Jahrbuch, 1953, 367-494.
36. RAMDOHR P.: Die Erzminerale in gewöhnlichen magmatischen Gesteinen. Abh. Preuss. Akad. Wiss., Berlin, 1940.
37. SAUKOW A. A.: Geochemie VEB, Verlag Technik, Berlin 1953.

38. VON WEBSKY C.: Die Kirka-Grube in West-Thrazien und ihre Nachbarvererzungen, Diss. Berlin 1943.
39. WOLLAK O.: Die Schwerspathlagerstätte von Kavos-Pilonisi auf der Insel Milos (Griechenland). Berg- und Hüttenm. Monatshefte 96, 1951, 95-100,

## ZUSAMMENFASSUNG

In Griechenland sind die mit Ergussgesteinen verknüpften Erzlagerstätten knapp und von geringem Ausmass. Die Andesite von Krommyonia, Aegina, Methana, Poros, Santorin, Euboea, Lemnos und Agios Eustratios (Hauptstadium des subsequenten Vulkanismus), welche keine Propylitisierung zeigen, sind in Bezug auf Erze fast steril. Dagegen sind die propylitisierten Andesite in Chalkidiki und Kirki von Erzen begleitet. Die Propylitisierung, mit der die Erzführung verknüpft ist, erfasst die unteren Partien der jungen Andesite, die wohl nur an wenigen Stellen N. Griechenlands, wo der neogene Vulkanismus früher als in S. Griechenland sich äusserte, abgedeckt sind. Dadurch erklärt sich die Feststellung, dass die Andesite in Griechenland meistens erzfrei sind, während die gleichen Gesteine in Jugoslavien, die fast alle propylitisiert sind, reich an Erzen sind. Das Endstadium des subsequenten Vulkanismus in Jugoslavien —irrtümlich als finaler Vulkanismus betrachtet— ist jedoch wie in Griechenland auch arm.

Die Erze der Inseln Antiparos, Milos, Lesbos, Chios und Samos haben einen engeren Zusammenhang mit alkalischen Rhyolithen und sauren Daziten (Endstadium des subsequenten Vulkanismus in Griechenland). In dem Fall, dass jüngere thermale Lösungen Erzmetalle aus subvulkanischen Gesteinen ausgelaugt haben, ist die Erzführung auch hier bedeutend. In der Insel von Samos sind die Bleierze und Baryt, wie in der Insel Antiparos, als subvulkanisch-metasomatische Lagerstätten in Kalken zu deuten. In Milos, wobei die Ergussgesteine keiner Propylitisierung, sondern einer Wirkung von Solfataren unterworfen waren, trifft man hauptsächlich Silber- und Barium-Erze, d. h. Elemente mit grossen Ionenradien, und Mangan, das elektropositiver als die anderen Erzmetalle ist.

Die meisten jüngeren subvulkanischen Erze Griechenlands verdanken ihre Entstehung an postmagmatischen sauren Lösungen, die ursprünglich fast keine Erzmetalle enthielten, aber bei ihrem Durchgang durch subvulkanische Ergussgesteine, die dabei propylitisiert wurden, haben später Metalle

aus den Ergussgesteinen ausgelaugt. Die Metalle dieser Erze (Blei, Zink, Kupfer usw. mit lithophilen Elementen verknüpft) befanden sich in den Eruptiven im Dispersionszustand. Infolge nachträglicher Herabsetzung der Azidität der Lösungen wurden bei eisenreichen Lösungen zunächst Arsenkies und Pyrit, dann Kupferkies und später Zinkblende und Bleiglanz ausgefällt. Jede andere Reihenfolge deutet auf das Vorhandensein einer älteren Erzführung, die teilweise durch die jüngere verdrängt wurde (Verdrängung der trägen Pyrit und Zinkblende durch den beweglichen Kupferkies).

Die an propylitisierten Grünsteingesteinen liegenden und mit Chlorit-Epidotgängen verbundenen Kupfererze Lakoniens, Mittelgriechenlands (Bezirk von Lamia) und West-Mazedoniens (Gebiet von Grevena und Edessa) haben eine ähnliche Herkunft, nämlich aus Lösungen, welche die saure Auslaugung von Eruptiven mit sich brachten, was man auch für die feinkörnigen kupferhaltigen Kieslagerstätten von Hermioni, die Quarz und Cericit enthalten, behaupten dürfte. Es ist hoch wahrscheinlich, dass die in der Literatur erwähnten saueren Plagioklase dieser Grünsteingesteine an deren oberen propylitisierten Partien auftreten, wo das nicht ausgelaugte Calcium der basischen Feldspäte durch das mehr basische Natrium, das reichlich in der sauren Auslaugung vorhanden war, mit Absinken der Temperatur, verdrängt wurde; das Calcium wurde hier beweglicher als das Natrium bewiesen.