

ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 6ΗΣ ΑΠΡΙΛΙΟΥ 1989

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΣΟΛΩΝΟΣ ΚΥΔΩΝΙΑΤΟΥ

---

ΓΕΩΛΟΓΙΑ.—Γεωλογική σημασία τής παρουσίας στην Έλλάδα ήφαιστειακών πετρωμάτων πλουσίων σε αλκάλια και υπερκορεσμένων σε διοξείδιο πυριτίου, υπό του Δημ. Κισκύρα\*, δια του 'Ακαδημαϊκού κ. Λουκά Μουσούλου.

A. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ἡ παρουσία ήφαιστειακῶν πετρωμάτων στην Έλλάδα, πλουσίων σε αλκάλια, ἔγινε γιά πρώτη φορά γνωστή πρὶν 60 χρόνια ἀπὸ μιὰ ἀνακοίνωση τοῦ Κτενά (Ktéνας 1929) ὅπου δίνονται τέσσερες χημικὲς ἀναλύσεις λαβῶν ἀπὸ τὴν Ἀντίπαρο, ἀπὸ τὶς ὁποῖες ἡ μιὰ ἀντιστοιχεῖ σὲ ὑπεραλκαλικὸ πέτρωμα. Στὴν περίπτωση αὐτὴ πρόκειται γιά πέτρωμα, ὅπου σὲ μοριακὲς ἀναλογίες ἰσχύει  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} > \text{Al}_2\text{O}_3$  καὶ  $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$ , πὸ ἀργότερα χαρακτηρίσθηκε ἀπὸ τὸν ἴδιο (Ktéνας 1935) ὡς ἀλκαλικὸς ρυόλιθος μὲ αἰγιρίνη. Ἀπὸ πετροχημικὴ ἀποψη ἡ λάβα αὐτὴ σήμερα κατατάσσεται στην κατηγορία τοῦ παντελλερίτη, δηλ. ἐνὸς πετρώματος, πὸ ἔχει βρεθεῖ σὲ ἐλάχιστες περιοχὲς τῆς γῆς, ὅπως στην ἰταλικὴ νῆσο Παντελλερία, ἀπ' ὅπου καὶ τὸ ὄνομα, στην περιοχή τοῦ Βορ. Ρήνου, Ἀραβία, Κέννα καὶ Ἀβυσσινία. Ἡ διαπίστωση αὐτὴ ἦταν τὸ κίνητρο γιά τὴν ἐκπόνηση τῆς παρούσας ἐργασίας, ἡ ὁποία ἀσχολεῖται γενικότερα μὲ τὶς δυνατότητες σχηματισμοῦ στην Έλλάδα ήφαιστειακῶν πετρωμάτων ἰσχυρῶς

---

\* D. KISKYRAS, **Geological significance of the presence of alkali-rich and SiO<sub>2</sub> oversaturated volcanic rocks in Greece.**

άλκαλικών έως υπεραλκαλικών και τη γεωλογική σημασία, που μπορεί να έχει η παρουσία τέτοιων πετρωμάτων στην Ελλάδα, ή οποία από γεωχημική άποψη θεωρείται ως άσβεστοαλκαλική περιοχή.

Ίδιαίτερο ενδιαφέρον για την εργασία αυτή παρουσίασαν άπαρχής οι ήφαιστειακές περιοχές Άντιπάρου και Μήλου, διότι σε αυτές ήδη από τον περασμένο αιώνα είχαν βρεθεί πετρώματα πλούσια σε  $\text{SiO}_2$ , τα οποία ως γνωστόν είναι πλουσιότερα σε άλκαλια απ' ό,τι τα φτωχά σε  $\text{SiO}_2$  και για το λόγο ότι υπάρχει πληθώρα χημικών αναλύσεων δειγμάτων από τις περιοχές αυτές. Η πετροχημική έπεξεργασία των αναλύσεων αυτών συμπληρώθηκε με την εφαρμογή, πέραν των συνήθως χρησιμοποιούμενων συστημάτων Niggli, Lacroix, Άμερικανικού (C.I.P.W) και Rittman και του συστήματος Sawarizki.

## B. ΠΕΤΡΟΧΗΜΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΤΩΝ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΑΝΤΙΠΑΡΟΥ, ΜΗΛΟΥ, ΑΝΤΙΜΗΛΟΥ ΚΑΙ ΚΙΜΩΛΟΥ

### α. Συστήματα Lacroix και Niggli

Τις πρώτες πληροφορίες για την ύπαρξη ήφαιστειακών πετρωμάτων στην Άντιπαρα έδωσε ο Α. Κορδέλλας (1878) που μελετώντας την περιοχή αυτή από κοιτασματολογική άποψη, βρήκε στο νότιο τμήμα τής νήσου περλίτη και όψιδιανό. Οι παρατηρήσεις αυτές, όπως και η πληροφορία του Θ. Σκούφου (1889) ότι στο βόρειο τμήμα τής νήσου υπάρχει ήφαιστειακό κέντρο τραχείτη, παρουσίαζαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον από γεωλογική άποψη, διότι μέχρι τότε δεν είχαν διαπιστωθεί με βεβαιότητα όξινα πετρώματα στο ήφαιστειακό τόξο Καλαμάκι (Κόρινθος)-Αίγινα-Μέθανα-Πόρος-Μήλος-Σαντορίνη. Τα ήφαιστειακά πετρώματα τής Μήλου, που είχαν χαρακτηριστεί από τον Fouque (1874) ως ρυόλιθοι, δεν είχαν εξετασθεί ακόμη χημικώς. Τουτό ώθησε τον Κτενᾶ να εξετάσει την Άντιπαρα από πετρογραφική άποψη. Άπό την έρευνα αυτή (Ktéνας 1911) διαπιστώθηκε η παρουσία όχι μόνο στην Άντιπαρα, αλλά και στα γύρω της νησίδια, ρυολίθων με 70,9 - 73,82%  $\text{SiO}_2$ .

Η πετροχημική εξέταση των λαβών τής Άντιπάρου (Ktéνας 1929 και 1935) με βάση τέσσερες χημικές αναλύσεις, που έγιναν στο ειδικό χημικό εργαστήριο M. Raoult (Γαλλία) έδειξε τα έξής: Το περλιτικό πέτρωμα από το ΒΔ άκρο τής νότιας χερσονήσου τής Άντιπάρου είναι υπεραλκαλικό πέτρωμα (άλκαλικός ρυόλιθος) με μαγματικές παραμέτρους 1.4.1(3).4 κατά το σύστημα Lacroix. Τουτό σημαίνει πέτρωμα πλούσιο σε σιαλικά ύλικά με ύπεροχή των άστρίων έναντι του

χαλαζία και περίσσεια νατρίου, που κατά ένα μέρος δεσμεύεται με σίδηρο για σχηματισμό του όρυκτου αϊγιρίνη ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$ ). Ως αλκαλικοί ρυόλιθοι, αλλά χωρίς αϊγιρίνη, χαρακτηρίζονται και τὰ τρία άλλα δείγματα πετρωμάτων από την 'Αντίπαρο. Η άποψη αυτή του Κτενᾶ δικαιώθηκε από την έρευνα, που διεξήγαγε στην Ίδια νήσο ο 'Αναστόπουλος (1963). Σύμφωνα με τὸ συγγραφέα αὐτὸν ὅλα ἀνεξαίρετως τὰ δείγματα 1-12 τοῦ Πίν. Α, που προέρχονται ἀπὸ τὴν 'Αντίπαρο, χαρακτηρίζονται με βάση τὰ συστήματα Lacroix και Niggli, ὡς ἀλκαλικοί ρυόλιθοι, ὅχι ὅμως με αϊγιρίνη, ἀλλὰ κατὰ προτίμηση με βιοτίτη. Ἐνα ἀπὸ τὰ δείγματα αὐτά, που προέρχεται ἀπὸ τὸν ὄρμο Τουρλωτὸ τῆς νησίδας Δεσποτικό, χαρακτηρίσθηκε ἀπὸ τὸν 'Αναστόπουλο ὡς ὑπεραλκαλικό, με σφήνα και κεροστίλβη. Τοῦτο σημαίνει περίσσεια καλίου και ὄχι νατρίου, ὅπως συμβαίνει στὴν περίπτωση τοῦ αλκαλικῦ ρυόλιθου τῆς 'Αντιπάρου με αϊγιρίνη.

Στὴ νήσο Μῆλο, που πετρολογικὰ ἐρευνήθηκε διεξοδικὰ ἀπὸ τὸ Sonder, παρουσιάζονται κυρίως ὄξινα ἠφαιστειακὰ πετρώματα σὲ μορφή λάβας και τόφρων (λιπαρίτης, πλαγιολιπαρίτης, δακίτης) και λιγότερο ἐνδιάμεσα ἕως βασικά (ἀνδেসίτης μέχρι βασάλτης), ὅχι ὅμως τόσο ὄξινα ὅπως στὴν 'Αντίπαρο. Σὲ ὅλα τὰ δείγματα πετρωμάτων ἀπὸ τὴν Μῆλο, τὰ ὁποῖα μελέτησε ὁ Κτενᾶς (Κτένας 1935) με τὸ σύστημα Lacroix, τὸ ποσοστὸ τοῦ χαλαζία στὴ σύσταση τοῦ πετρώματος εἶναι μικρότερο ἀπὸ ἐκεῖνο τῶν ἀστρίων. Ἀπὸ τοὺς ἀστρίους ποσοτικὰ ὑπερτερεῖ ὁ ἀλβίτης, ἀλλὰ μόνο σὲ ἓνα δεῖγμα, που προέρχεται ἀπὸ τὴ θέση Φυριπλάκα, τὸ μόριο τοῦ ἀνορθίτη παρουσιάζει μικρὴ τιμὴ, ὥστε νὰ μπορεῖ νὰ χαρακτηρισθεῖ τὸ πέτρωμα ὡς αλκαλικὸς ρυόλιθος. Πρόκειται για τὸ ὑπ' ἀριθμ. 10 δεῖγμα τοῦ Πίνακα Γ, τὸ μόνο κατὰ τὸν Παρασκευόπουλο (1956) ὁ ὁποῖος μελέτησε ἀπὸ πετροχημικὴ ἀποψη με τὸ σύστημα Niggli 13 δείγματα, που ἀνήκει σὲ μάγμα 'Ατλαντικοῦ τύπου, ἐνῶ ὅλα τὰ ἄλλα ἀνήκουν στὸν Εἰρηνικὸ τύπο. Ἀλλὰ και οἱ Burri και Sottrajanova (1967) που στὴ μελέτη τους για τοὺς ἠφαιστίτες τῆς περιοχῆς τῆς Μῆλου ἔλαβαν ὑπόψη τους και 26 νέες χημικὲς ἀναλύσεις πετρωμάτων ἀπὸ τὴ Μῆλο και τὰ γύρω της νησίδα, κατέληξαν στὰ ἴδια συμπεράσματα. Δηλαδή ὅτι τὰ πιὸ ὄξινα πετρώματα τῆς περιοχῆς αὐτῆς εἶναι βιοτιτικοὶ λιπαρίτες, δηλ. αλκαλικοὶ ρυόλιθοι, που εἶναι πλουσιότεροι σὲ ἀλκάλια ἀπὸ ὅλα τὰ ἄλλα πετρώματα τῆς περιοχῆς αὐτῆς.

'Αντίθετα, στὴν 'Αντίμηλο, ὅπως φαίνεται ἀπὸ τὶς χημικὲς ἀναλύσεις τοῦ Πίνακα Β, δὲν παρουσιάζονται πετρώματα πλούσια σὲ διοξείδιο τοῦ πυριτίου και ἀλκάλια. Ὅλοι οἱ μελετητὲς τῆς περιοχῆς αὐτῆς (Sonder, Μαρίνος και Burri-Sottrajanova) συμφωνοῦν στὸ ὅτι ἐδῶ τὰ πιὸ ὄξινα ἠφαιστειακὰ πετρώματα εἶναι δακίτες.

## 2. Πετροχημική εξέταση κατά Rittman και κατά Sawarizki

Σε προηγούμενη εργασία του συγγραφέα (Κισκύρας 1964) στην οποία τα ήφαιστειακά πετρώματα του Αιγαίου εξετάζονται κατά το σύστημα Rittman, αναφέρεται ότι όλα τα πετρώματα του ήφαιστειακού τόξου του Νοτ. Αιγαίου ανήκουν στον Ειρηνικό τύπο, δηλ. πρόκειται για άσβεστοαλκαλικές λάβες. Από την εργασία αυτή προκύπτει ότι τα πλουσιότερα σε άλκάλια πετρώματα είναι της Αντιπάρου, που συγχρόνως είναι και πλουσιότερα σε  $\text{SiO}_2$ . Αντίθετα, τα φτωχότερα σε άλκάλια πετρώματα του ήφαιστειακού αυτού τόξου είναι μερικά της Σαντορίνης, που είναι τα φτωχότερα σε  $\text{SiO}_2$ . Η παρατήρηση αυτή, δηλ. ότι η αύξηση των αλκαλίων συμβαδίζει με την αύξηση του  $\text{SiO}_2$  δεν αφήνει καμιά αμφιβολία για το ότι ο αλκαλικός χαρακτήρας των ήφαιστειακών πετρωμάτων της Αντιπάρου συνεπώς και των άλλων περιοχών οφείλεται σε έντονο διαφορισμό του μάγματος, που τροφοδότησε τα ήφαιστειακά κέντρα των περιοχών αυτών. Την άποψη αυτή ενισχύει και η παρατήρηση ότι η αύξηση των αλκαλίων συνοδεύεται με μείωση του άσβεστίου, μαγνησίου και σιδήρου. Σύμφωνα με τα πιο πάνω (Κισκύρας 1964) οι αλκαλικοί ρυόλιθοι της περιοχής του Αιγαίου οφείλουν την αλκαλικότητά τους στο ότι αποτελούν τα τελευταία υλικά από τη στερεοποίηση του μάγματος.

Συνεπώς, η διαπίστωση ότι τα ήφαιστειακά πετρώματα της Αντιπάρου είναι πλουσιότερα σε άλκάλια απ' ό,τι τα πετρώματα της Σαντορίνης, δεν σημαίνει ότι αυτά προέρχονται από πολύ μεγάλο βάθος ( $h=150\text{km}$ ) όπως δέχονται οι ύπαδοι της θεωρίας των τεκτονικών πλακών (Ninovich-Hays 1971 και αργότερα πολλοί άλλοι) αλλά αντίθετα από μικρό βάθος, που συνέτεινε στην ψύξη του μάγματος, με αποτέλεσμα τον έντονο διαφορισμό τους (Kiskyras 1978). Περισσότερα στοιχεία για τον έντονο διαφορισμό του μάγματος των θαλάμων, που τροφοδότησαν τα ήφαιστεια της Αντιπάρου, προκύπτουν από την πετροχημική εξέταση των πετρωμάτων της περιοχής αυτής κατά το σύστημα Sawarizki.

Από την επισκόπηση του διαγράμματος του Σχ. 2, στο οποίο τα κύρια πετροχημικά χαρακτηριστικά των ήφαιστειακών πετρωμάτων της Αντιπάρου και Αντιμήλου αντικατοπτρίζονται στις προβολές της κεφαλής (αρχής) των άνωσμάτων, μπορούμε να διακρίνουμε από τις πετροχημικές διαφορές τους αλκαλικούς ρυόλιθους από τα άλλα ήφαιστειακά πετρώματα. Το διάγραμμα αυτό μπορεί επίσης να μας οδηγήσει σε συμπεράσματα σχετικά με το σχηματισμό των ήφαιστειακών πετρωμάτων και την εξέλιξη των ήφαιστειακών κέντρων, από τα οποία προέρχονται.

Εδώ η αύξηση του ποσοστού των αλκαλικών αστρίων των πετρωμάτων, που αναγνωρίζεται από την απομάκρυνση του σημείου της προβολής αυτών δεξιά

ἀπὸ τὸν ἄξονα SB συνοδεύεται μὲ τὴ μείωση τῶν φεμικῶν συστατικῶν (προσέγγιση τοῦ σημείου τους προβολῆς πρὸς τὸν ἄξονα SA) καὶ τὴ μείωση τοῦ μορίου τοῦ ἀνορθίτη (μετακίνηση τοῦ σημείου προβολῆς, τῆς ἀρχῆς τῶν ἀνυμάτων τοῦ CSB τμήματος τοῦ διαγράμματος δεξιὰ πρὸς τὸν ἄξονα SB). Ἔτσι, οἱ ἀλκαλικοὶ ρυόλιθοι τῆς Ἀντιπάρου μὲ  $a > 11$  καὶ  $b < 5$ , ἔχουν προβληθεῖ στὴν ἄνω δεξιὰ θέση τοῦ διαγράμματος, ἐνῶ οἱ ἀνδεσίτες καὶ δακίτες τῆς Ἀντιμήλου χαμηλότερα, κάτω τῆς γραμμῆς 10, ποὺ σημαίνει ὅτι δὲν ἔχουν προέλθει ἀπὸ μάγμα, τὸ ὁποῖο εἶχε ὑποστεῖ ἐντονο διαφορισμό. Ἡ ὑπεροχὴ τῶν ἀλκαλικῶν ἀστρίων ἐναντι τῶν ἄλλων στὰ πετρώματα τῆς Ἀντιπάρου ἀναγνωρίζεται καὶ στὸ ἀριστερὸ τμήμα, δηλ. τὸ CSB τοῦ διαγράμματος στὸ Σχ. 2. Ὅλα ἔχουν προβληθεῖ κοντὰ στὸν ἄξονα SB ( $c < 2$ ), ἐνῶ τὰ πετρώματα τῆς Ἀντιμήλου πιὸ μακριά. Στὴν περίπτωση αὐτὴ ἡ αὔξηση τῶν ἀλκαλικῶν ἀστρίων δὲν ὀφείλεται μόνο στὴν αὔξηση τοῦ ἀλβίτη, ἀλλὰ καὶ τοῦ ὀρθοκλάστου, ὅπως φαίνεται ἀπὸ τὴ μεγαλύτερη ἀπόκλιση τῶν ἀνυμάτων τοῦ ἄνω ἀριστεροῦ τμήματος τοῦ διαγράμματος ἀπὸ τὸν ἄξονα SB σὲ σύγκριση μὲ τὰ ἀνύσματα στὸ κατώτερο τμήμα τοῦ διαγράμματος.

Ἰδιαιτερο ἐνδιαφέρον παρουσιάζει ἡ προβολὴ τοῦ ὑπεραλκαλικοῦ πετρώματος τῆς Ἀντιπάρου μὲ τὸ γράμμα γ καὶ τὸ διακεκομμένο ἄνυσμα, ποὺ ἀπὸ πετροχημικὴ ἀποψη μποροῦμε νὰ τὸ χαρακτηρίσουμε ὡς παντελλερίτη, στὴν πιὸ ἀνώτερη θέση τοῦ διαγράμματος. Τοῦτο σημαίνει ὅτι τὸ πέτρωμα αὐτὸ ἔχει τὰ λιγότερα φεμικὰ συστατικὰ ἀπ' ὅλα τὰ ἄλλα πετρώματα τῆς περιοχῆς. Ἐπὶ πλέον τὸ ἄνυσμα, ποὺ ἀντιστοιχεῖ στοὺς ἀσβεστονατριούχους ἀστρίους δὲν ἔχει προβληθεῖ στὸ CSB τμήμα τοῦ διαγράμματος, ὅπως στὴν περίπτωση ὅλων τῶν ἄλλων πετρωμάτων, ἀλλὰ στὸ ASB, ποὺ σημαίνει ὄχι μόνο ἀπουσία ἀνορθίτη ἀπὸ τὸ πέτρωμα αὐτό, ἀλλὰ καὶ περίσσεια ἀλκαλιῶν. Στὴν περίπτωση αὐτὴ τὸ νάτριο, δεσμεύθηκε μὲ τὸν ὑπάρχοντα σίδηρο γιὰ νὰ σχηματίσει τὸν ἀλκαλιούχο πυρόξενο αἰγίρινη. Ἐδῶ μάλιστα πρόκειται γιὰ αὔγειοαίγρινη, ἐφόσον τὸ ὑπάρχον ἀσβέστιο δὲν ἐνώθηκε μὲ ἀργίλιο γιὰ σχηματισμὸ ἀνορθίτη, ἀλλὰ ἐνσωματώθηκε στὸν πυρόξενο. Τοῦτο προκύπτει ἀπὸ τὸ μεγάλο μῆκος τοῦ ἀνύσματος γ στὸ ἄνω δεξιὸ τμήμα τοῦ διαγράμματος. Ἔτσι ἐξηγεῖται καὶ ἡ ὑπεροχὴ τῶν ἀλκαλιούχων ἀστρίων (ὀρθοκλάστου) ἐναντι τῶν νατριούχων (ἀλβίτη) ποὺ ἔχει σημειώσει ὁ Κτενάς (1935). Συνεπῶς, ὅλα τὰ πετρώματα τῆς Ἀντιπάρου μὲ  $45 > q > 15$  καὶ  $a : c > 7$  θεωροῦνται κατὰ τὸ σύστημα Sawarizki πλούσια σὲ ἀλκάλια.

Ἀπὸ τὰ ἐξετασθέντα 48 δείγματα πετρωμάτων ἀπὸ τὴν περιοχὴ τῆς Μήλου μὲ τὸ σύστημα Sawarizki μόνο ἓνα μπορεῖ ἀπὸ πετροχημικὴ ἀποψη νὰ θεωρηθεῖ μὲ βεβαιότητα ὡς ὑπεραλκαλικὸ πέτρωμα. Πρόκειται γιὰ ἓνα ἠφαιστειακὸ τόφρο ἀπὸ τὸ νησίδιο Πηλονήσι (BA τῆς Μήλου) ποὺ ἀναφέρεται ἀπὸ τὸ Γ. Βορεάδη

(1935). Το πέτρωμα αυτό έχει προβληθεί στο διάγραμμα του Σχ. 3, με το γράμμα α και με διακεκομμένο άνωσμα. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα και εδώ, όπως στην περίπτωση του υπεραλκαλικού πετρώματος της Αντιπάρου, απουσιάζει ο άνορθίτης, αλλά η περίσσεια των αλκαλίων είναι μικρή και δεν μπορεί να καλύψει όλο το ποσό του σιδήρου. Το υπόλοιπο μέρος του σιδήρου παρουσιάζεται στην παράμετρο  $f' = 28,6$  (βλ. πιν. Ζ), ενώ η ίδια παράμετρος  $f'$  στο αντίστοιχο πέτρωμα της Αντιπάρου έχει τιμή μηδέν. Το άλλο πέτρωμα, της Μήλου, που παρουσιάζει υπεραλκαλικό χαρακτήρα, είναι επίσης τόφος, αλλά, όπως αναφέρει ο Sonder, είναι πολύ εξαλλοιωμένος, ώστε δεν μπορεί να προβληθεί στο διάγραμμα. Έδώ πρόκειται για το δείγμα γ του Πίνακα Ζ.

Σε ό,τι αφορά τα άλλα πετρώματα της Μήλου, όπως φαίνεται από το διάγραμμα του Σχ. 3 και τον Πίνακα Ζ, όλα πρέπει να θεωρηθούν ως κορεσμένα σε  $\text{SiO}_2$ , έφόσον  $q > -0,5$ , μερικοί μάλιστα τόφοι και όψιδιανοί ως υπερκορεσμένα πετρώματα σε  $\text{SiO}_2$ , αφού  $q > 45$ . Τα περισσότερα από αυτά (ρουλίθιοι, όψιδιανοί) είναι πλουσία σε αλκάλια, ενώ άλλα (άνδεσίτες) φτωχά, έφόσον  $\alpha : \epsilon < 5/2$ .

Στο πετροχημικό διάγραμμα της Μήλου (Σχ. 3) το πέτρωμα άριθμ. 1 (άνδεσινικός βασάλτης έχει προβληθεί στο άριστερό (CSB) τμήμα πλησιέστερα στον άξονα SB παρά τα δακινικά πετρώματα ύπ' άρ. 6, 25, 27 και 28, που παρουσιάζουν μεγαλύτερο μόριο άνορθίτη άπ' ό,τι τα άνδεσιτοβασαλτικά πετρώματα 1 και 41. Η ιδιορρυθμία αυτή όφείλεται στο ότι το πέτρωμα άρ. 1 όπως και το άρ. 41 προέρχονται από τον Κατσιμπάρδο, όπου οι βασικές άνδεσιτικές λάβες άνήκουν κατά τον Λιάτσικα (1955 σ. 9) σε νεότερες έκρήξεις άπ' αυτές, που έδωκαν δακίτοανδεσιτικές λάβες. Έτσι, έπειδή το δισθενές άσβέστιο προτρέχει των μονοσθενών καλίου και νατρίου στο σχηματισμό άστρίων, οι λάβες των πρώτων έκρήξεων είναι πλουσιότερες σε άνορθίτη από τις μεταγενέστερες, έφόσον άρκετη ποσότητα από το άσβέστιο, που είχε το μάγμα, στο μεταξύ δεσμεύθηκε με πυρίτιο και άργίλιο (Κισκύρας 1964, Kiskyras and Papayannopoulou-Economou 1981/82).

Για τον ίδιο λόγο και οι δακίτες της Αντιμήλου άρ. 29 και των νησιδίων Καρδιές άρ. 4, 30 και 31 έχουν μεγαλύτερο μόριο άνορθίτη άπ' ό,τι τα άνδεσιτικά πετρώματα της περιοχής αυτής. Οι διαφορετικές θέσεις των προβολών των πετρωμάτων I, II, και III όφείλονται στο ότι εδώ πρόκειται για άλλωιωμένους ήφαισίτες (μπεντονίτες).

#### Γ. ΤΑ ΥΠΕΡΑΛΚΑΛΙΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή, μια άνακοίνωση (Kténas 1929) για άνεύρεση στην Αντίπαρο ενός υπεραλκαλικού πετρώματος έδωσε άφορμή στο

συγγραφέα να έπεξεργασθεῖ ἀπὸ πετροχημικὴ ἄποψη ὅλες σχεδὸν τὶς ὑπάρχουσες χημικὲς ἀναλύσεις, ποὺ ἀναφέρονται σὲ ἠφαιστειακὰ πετρώματα τῆς χώρας μας μὲ τὴν ἐλπίδα μήπως διαπιστωθεῖ παρουσία καὶ ἄλλων ὑπεραλκαλικῶν πετρωμάτων στὴν Ἑλλάδα. Ἡ ἔρευνα αὐτὴ μάλιστα δὲν περιορίσθηκε μόνον στὰ ἠφαιστειακὰ πετρώματα, ἀλλὰ ἐπεκτάθηκε καὶ σὲ ὅλα γενικῶς τὰ ἐκρηξιγενῆ. Ἔτσι, ἐξετάσθηκαν πολλὲς ἑκατοντάδες χημικῶν ἀναλύσεων. Ἀπ' ὅλες αὐτὲς μόνον ἑπτὰ ἀνταποκρίνονται στὸν ὄρο «ὑπεραλκαλικὸ πέτρωμα» δηλαδὴ στὴ σχέση  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} > \text{Al}_2\text{O}_3$ .

Ὅπως δείχνουν οἱ Πίνακες Δ καὶ Η μόνον δύο ἀπὸ τὰ ἑπτὰ ἑλληνικὰ ὑπεραλκαλικὰ πετρώματα προέρχονται ἀπὸ νεογενῆ-τεταρτογενῆ ἠφαιστειακὰ κέντρα τοῦ Αἰγαίου, ὁ ἀλκαλικὸς ρυόλιθος τῆς Ἀντιπάρου καὶ ὁ ἀλκαλικὸς τόφος ἀπὸ τὸ νησίδιο Πηλονήσι τῆς Μήλου. Τὰ ὑπόλοιπα πέντε πετρώματα, ποὺ προέρχονται ἀπὸ τὴ Μακεδονία, ἔχουν ἄνω ἰουρασικὴ ἡλικία (Mercier σ. 98 καὶ 678). Τὰ δείγματα μικρογρανίτη ἀρ. 3, 4 καὶ 5, βρέθηκαν σὲ μορφὴ κροκάλῃς μέσα στὰ Κροκαλοπαγῆ τοῦ Ντιμίρ Καπίγια, στὰ ἑλληνο-γιουγκοσλαβικὰ σύνορα (Mercier σ. 98 καὶ 685) ἐνῶ τὰ ὑπ' ἀριθμ. 6 καὶ 7 προέρχονται ἀπὸ τὴ σπιλιτο-κερατοφυρικὴ σειρά τοῦ ὄρους Πάικου Μακεδονίας (Mercier σ. 671). Τὸ μὲ ἀριθμὸ 8 πέτρωμα ἀπὸ τὴν Ἰταλία προστέθηκε, γιὰ νὰ γίνῃ σύγκριση τῶν ἑλληνικῶν μὲ αὐτό.

Τὸ κοινὸ χαρακτηριστικὸ ὅλων τῶν ὑπεραλκαλικῶν πετρωμάτων, δηλ. ἡ περίσσεια ἀλκαλίων ἐναντι ἀργιλίου, ἐκφράζεται στὸν Πίνακα Η μὲ τὸ ἀριθμητικὸ χαρακτηριστικὸ  $\bar{c}$  (δεύτερη στήλη) ποὺ παριστᾷ τὴ δυνατικὴ ποσοστιαία ἔνωση τῆς περισσείας ἀλκαλίων μὲ σίδηρο γιὰ σχηματισμὸ αἰγίρινη. Ἐδῶ θὰ πρέπει νὰ σημειωθεῖ ὅτι τὸ χαρακτηριστικὸ  $\bar{c}$  προβάλλεται στὸ ASB τμήμα τοῦ διαγράμματος καὶ ὄχι στὸ CSB, ὅπου προβάλλεται τὸ χαρακτηριστικὸ  $c$  ὅλων τῶν ἄλλων πετρωμάτων. Ὅπως φαίνεται ἀπὸ τὴ στήλη αὐτὴ τὸ μεγαλύτερο ποσοστὸ αἰγίρινη μετὰ τὸν παντελερίτη κατέχει ὁ φωνόλιθος (ἀρ. 7). Ἀπὸ τὰ ἑλληνικὰ πετρώματα μόνον δύο παρουσιάζουν ἀρκετὴ περίσσεια ἀλκαλίων, ὥστε νὰ καλύψουν ὅλο τὸν ὑπάρχοντα σίδηρο. Πρόκειται γιὰ τὰ ὑπ' ἀριθμ. 1 καὶ 6, ὅπου  $f' = 0$ , ἐνῶ στὰ ἄλλα πετρώματα τὰ ἀλκάλια δὲν ἐπαρκοῦν νὰ καλύψουν τὸ σίδηρο μὲ ἀποτέλεσμα νὰ παρουσιάζονται σὲ αὐτὰ ἐκτὸς τοῦ αἰγίρινη καὶ ἄλλα σιδηροῦχα ὀρυκτά. Ἰδιαιτερο ἐνδιαφέρον ἀπὸ τὴν ἄποψη αὐτὴ παρουσιάζει ὁ ἀλκαλικὸς ρυόλιθος τῆς Ἀντιπάρου, δίνοντας περίσσεια ἀλκαλίων, ποὺ ἐμφανίζεται μὲ τὴν παράμετρο  $n'$ , διὸ καὶ πλησιάζει περισσότερο πρὸς τὸν παντελερίτη.

Μία ἄλλη παρατήρηση, ποὺ προκύπτει ἀπὸ τὴν ἐπισκόπηση τῶν Πινάκων Δ καὶ Η εἶναι ὅτι ὅλα τὰ δείγματα τῶν ἑλληνικῶν ὑπεραλκαλικῶν πετρωμάτων, μὲ ἐξάιρεση τὸ ὑπ' ἀριθμ. 7, εἶναι πολὺ ὀξείνα πετρώματα μὲ ὑψηλὲς τιμὲς τοῦ  $s$  καὶ μὲ ἀρκετὸ ποσοστὸ σὲ ἀδέσμευτο  $\text{SiO}_2$ , ἐφόσον  $q = 16$  μέχρι 40. Ἔτσι γιὰ τὰ πε-

τρώματα αυτά, που είναι φτωχά σε Ca, Mg και Fe, μπορούμε να πούμε ότι η μεγάλη αλκαλικότητά τους οφείλεται σε έντονο διαφορισμό του μάγματος, από το οποίο έχουν προέλθει. Αντίθετα, ο σπιλίτης Πάικου αρ. 7, που είναι πέτρωμα ελαφρά κορεσμένο σε  $\text{SiO}_2$ , εφόσον  $q = -15.3$  και πλούσιο σε φεμικά και άβεστούχα συστατικά ( $5b > 20$ ), δεν μπορεί να έχει προέλθει από μάγμα, που προηγούμενα είχε υποστεί διαφορισμό. Τουτό φαίνεται πολύ καλά από τη θέση της προβολής του πετρώματος αυτού, αριθμ. 7, στο κάτω μέρος του διαγράμματος 3, ενώ όλα τα άλλα έχουν προβληθεί στο ανώτερο τμήμα του ίδιου πετροχημικού διαγράμματος. Συνεπώς, το πέτρωμα 7 δεν έχει καμιά ομοιότητα προς τα άλλα και η αλκαλικότητά του θα οφείλεται σε άλλη αίτια. Η πιο πιθανή εξήγηση είναι, όπως αναφέρει ο Mercier (σ. 689) ότι η λάβα αυτή προσέλαβε από το νερό της θάλασσας NaCl κατά την ψύξη της. Τουτό όμως προϋποθέτει υποθαλάσσια έκρηξη.

#### Δ. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΤΟΥ ΧΗΜΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΕΞΕΤΑΣΘΕΝΤΩΝ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ

Από τη σύγκριση των διαγραμμάτων των Σχ. 1 και 2 προκύπτει ότι τα πιο δξίνα πετρώματα της περιοχής Αντιπάρου-Μήλου και Αντιμήλου προέρχονται από την Αντίπαρο. Όλα τα πετρώματα της νήσου αυτής έχουν προβληθεί πάνω από τη γραμμή 5, δηλ. σε όλα, το κύριο αριθμητικό χαρακτηριστικό των φεμικών συστατικών (b) είναι μικρό,  $b < 5$ . Αντίθετα, στα πετρώματα της Μήλου και Αντιμήλου το χαρακτηριστικό αυτό των φεμικών συστατικών παρουσιάζει και μεγάλες τιμές, που φθάνουν  $b = 20$  και  $b > 20$ . Τουτό σημαίνει ότι τα ήφαιστεια της Αντιπάρου τροφοδοτήθηκαν από μάγμα, που είχε υποστεί τον πιο έντονο διαφορισμό.

Στο διάγραμμα της Αντιμήλου η αύξηση του  $\text{SiO}_2$  (μείωση των φεμικών συστατικών του μάγματος) συνοδεύεται από βραδύτερη αύξηση των αλκαλίων, ώστε η καμπύλη μαγματικής παραλλαγής (παχειά γραμμή) να σχηματίζει μικρές κλίσεις προς τον άξονα SB. Αντίθετα, στο διάγραμμα της Αντιπάρου η αύξηση των αλκαλίων στην αρχή συμβαδίζει με την αύξηση του  $\text{SiO}_2$ , βλ. δείγματα 11, 9, 8 και 7, ώστε η καμπύλη της μαγματικής παραλλαγής να σχηματίζει μεγαλύτερη γωνία με τον άξονα SB. Κατόπιν όμως η αύξηση αυτή παρουσιάζει μία κάμψη, εφόσον τα δείγματα 1, 2, 3, 4, 5, και α, τα οποία έχουν μικρότερο b, δεν προβάλλονται δεξιότερα των προηγούμενων δειγμάτων, αλλά άριστερότερα. Το ίδιο παρουσιάζεται και στο διάγραμμα της Μήλου, όπου τα δείγματα β, 47, 13, 15, 14, 16, 21, ενώ έχουν μεγαλύτερη τιμή του b απ' ό,τι τα δείγματα 12, α, 9, 23 και 25, δεν προβάλλονται δεξιότερα αλλά άριστερότερα απ' αυτά. Έδώ πρόκειται για ένα φαινόμενο, που παρουσιάζεται στα αλκαλικά πετρώματα (Sawarizki σελ. 336).



Στην περίπτωση μάλιστα των υπεραλκαλικών πετρωμάτων τύπου παντελλερίτη παρατηρείται μία μετάθεση των σημείων προβολής στο δεξιό τμήμα του διαγράμματος προς τα αριστερά και των προβολών του αριστερού τμήματος προς τα δεξιά, ώστε με τα σημεία των προβολών να σχηματίζεται ένα τόξο (παντελλερίτικη τάση).

Ἡ μετάθεση αὐτὴ τῶν σημείων προβολῆς τῶν ἀλκαλικῶν πετρωμάτων στο δεξιὸ τμήμα τοῦ διαγράμματος, ποὺ ὀφείλεται σὲ μείωση τοῦ ἀργιλίου, σημαίνει μείωση τῶν ἀστρίων στὰ πολὺ ὄξινα ἠφαιστειακὰ πετρώματα. Παρόμοια μείωση τῶν ἀστρίων σὲ πολὺ ὄξινα πετρώματα παρουσιάζεται καὶ στὰ ὑπεραργιλικά πετρώματα (Kiskyras 1983) ποὺ ἐξηγεῖται μὲ τὴν ἐκδοχὴ ὅτι ἡ κατὰ τὸ διαφορισμὸ τοῦ μάγματος προκαλούμενη αὐξηση τῶν ἀλκαλικῶν ἀστρίων δὲν μπορεῖ νὰ ἰσοσταθμίσει τὴ σύγχρονη ἐλάττωση τῶν ἀσβεστιούχων ἀστρίων, μὲ ἀποτέλεσμα τὴ μείωση τοῦ συνολικοῦ ποσοῦ τῶν ἀστρίων, ποὺ παραμένουν μέσα στοῦ μάγμα. Τὸ φαινόμενο αὐτὸ παρατηρήθηκε στὰ ὑπεραργιλικά πετρώματα τῶν ἠφαιστειῶν Ἀντιπάρου, Πάτμου, Κῶ, Σάμου, Χίου καὶ Μυτιλήνης, τὰ ὁποῖα κατὰ τὸν Κισκύρα (Kiskyras 1983, σ. 627-628), θεωροῦνται ὡς ἡ τελευταία ἐκρηκτικὴ ἐκδήλωση τῶν ἠφαιστειῶν αὐτῶν, ποὺ ἀκολουθεῖται ἀπὸ τὴν ἀτμιδικὴ φάση.

Ἐπειδὴ τὰ ἀναφερθέντα ὑπεραργιλικά πετρώματα εἶναι ἀρκετὰ πλούσια σὲ ἀλκάλια, μποροῦμε νὰ ποῦμε ὅτι ἡ μείωση τοῦ συνολικοῦ ποσοῦ τῶν ἀστρίων, ποὺ παρατηρεῖται στοῦ μάγμα, ἀπὸ τὸ ὁποῖο προέκυψαν ἔπειτα ἀπὸ ἔντονο διαφορισμὸ, ὀφείλεται ἐδῶ σὲ ἐξάντληση τοῦ νατρίου καὶ καλίου, λόγω προηγούμενων στερεοποιήσεων σημαντικοῦ μέρους ἀπὸ τὸ ρευστὸ μάγμα. Ἡ παρατήρηση αὐτή, δηλ. ὅτι ὁ διαφορισμὸς τοῦ μάγματος στοὺς θαλάμους, ποὺ τροφοδότησαν τὰ ἠφαιστεια τῆς Ἀντιπάρου, Κῶ, Πάτμου, Σάμου, Χίου καὶ Μυτιλήνης, ἐπέφερε μείωση ὄχι μόνον στὰ φεμικά ἀλλὰ καὶ στὰ σιαλικά ρευστὰ ὑλικά τοῦ μάγματος, σημαίνει ὅτι τὰ ἀποθέματα τῶν θαλάμων αὐτῶν ἐξάντληθηκαν. Μιὰ τέτοια, ἐξάντληση τῶν ρευστῶν ὑλικῶν στοὺς μαγματικούς θαλάμους εἶναι νοητὴ μόνον, ὅταν διακοπεῖ ἡ ἐπικοινωνία τῶν θαλάμων μὲ τὴν κεντρικὴ πηγὴ μάγματος, δηλ. τὴν ἀσθενόσφαιρα, ὁπότε θὰ σταματήσει ἡ ἀνανέωση τῶν ὑλικῶν, ποὺ ἔφυγαν μὲ τὶς ἐκρήξεις τῶν ἠφαιστειῶν ἢ στερεοποιήθηκαν μέσα στοῦ θάλαμο ἀπὸ ψύξη λόγω ἀποβολῆς θερμότητας στοῦ ψυχρὸ περιβάλλον, ἰδιαίτερα στὴν περίπτωση, ποὺ οἱ μαγματικοὶ θάλαμοι βρῖσκονται σὲ μικρὸ βάθος κάτω ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια.

Ἄν λάβουμε ὑπόψη 1) ὅτι τὰ ἀποθέματα ρευστοῦ μάγματος καὶ ἀερίων στοὺς θαλάμους, ποὺ τροφοδότησαν τὰ ἠφαιστεια Ἀντιπάρου, Κῶ, Πάτμου, Σάμου, Χίου καὶ Μυτιλήνης, μειώθηκαν σημαντικὰ μὲ τὴν ἀποβολὴ ὑλικῶν σὲ προηγούμενες ἐκρήξεις, ποὺ σημαίνει μείωση τῆς δυναμικότητας τῶν ἠφαιστειῶν αὐτῶν 2) ὅτι γιὰ τὴν ἐκρηξὴ ἑνὸς ἠφαιστείου πρέπει τὸ μάγμα νὰ ἀποκτήσει ἐκρηκτικὴ ἱκανό-

τητα, δηλ. να αύξησει ή τάση τών αερίων, τὰ ὁποῖα εἶναι διαλυμένα μέσα στοῦ μάγμα, πού ἐπιτυγχάνεται ὅταν μετὰ τὴ μερικὴ στερεοποίηση τοῦ μάγματος λόγω διαφορισμοῦ τὰ ἐλευθερούμενα ἀέρια συγκεντρωθοῦν σὲ μικρότερο ὄγκο ρευστοῦ ὑλικοῦ καὶ 3) ὅτι στοῦ μάγμα, ἀπὸ τὴ διαφοροποίηση τοῦ ὁποῖου προέκυψαν οἱ ἀναφερθέντες ρυθίθιοι, εἶχε ἀρχίσει ἡ μείωση καὶ τῶν σιαλικῶν ἀκόμα ὑλικῶν, πού σημαίνει ἐξάντληση τοῦ μεγαλύτερου μέρους τῶν φεμικῶν συστατικῶν τοῦ ρευστοῦ μάγματος, τότε μπορούμε ἀνεπιφύλακτα νὰ ποῦμε ὅτι ἓνα τέτοιο ὑπόλειμμα μάγματος δὲν μπορεῖ νὰ ὑποστῇ ἄλλο ἔντονο διαφορισμὸ μετὰ ἀποτέλεσμα τὴν ἐκλυση ἀρκετῶν αερίων, τὰ ὁποῖα θὰ τὸ καταστήσουν ἐκρηκτικό. Ἐπομένως ἡ ἀνεύρεση σὲ μία περιοχὴ ἀλκαλικῶν ρυθίθων, ὅπως π.χ. στὴν περίπτωση ὅλων τῶν ἡφαιστειακῶν κέντρων τῆς Πάτμου, μπορούμε νὰ ποῦμε ὅτι ἀποτελεῖ σαφῆ ἔνδειξη τῆς παρακμῆς τῶν ἡφαιστειῶν αὐτῶν καὶ συνεπῶς τῆς ἀδυναμίας τους νὰ δώσουν ἄλλες ἐκρήξεις στοῦ μέλλον ἄξιος λόγου. Τὰ ἴδια μπορούμε νὰ ποῦμε γιὰ τὰ ἡφαιστειακὰ κέντρα τῶν ἄλλων νήσων, τὰ ὁποῖα στὴν τελευταία τους ἐκρήξη ἔδωκαν ἀλκαλικούς ρυθίθους π.χ. τὰ ἡφαιστειακὰ κέντρα Χαλέπα, Φυριπλάκα, Καστανᾶς καὶ Τράχηλος τῆς Μήλου. Ἀλλὰ καὶ τὰ ἄλλα ἡφαιστειακὰ κέντρα τῆς περιοχῆς αὐτῆς ἔχουν παρακμάσει, ἀν κρίνουμε ἀπὸ τὴν ἀτμιδικὴ φάση, στὴν ὁποία βρίσκονται καὶ ἀπὸ τὸ εἶδος τῆς μεταλλοφορίας τῆς νήσου, πού συνίσταται κυρίως σὲ χλωριούχο ἄργυρο, ἀλουμίτη, βαρυτίνη καὶ δισθενὲς θεῖο, ἀποτελεῖται δηλ. ἀπὸ στοιχεῖα Ag, K, Ba καὶ S, τὰ ὁποῖα λόγω τῆς μεγάλης ἰοντικῆς ἀκτίνας δὲν εἶχαν δεσμευθεῖ προηγουμένα ἀπὸ ἄλλα στοιχεῖα καὶ ἔτσι παρουσιάζονται στοῦ ἐναπομείναν μετὰ τὴν ἐκρήξει μάγμα.

#### Ε. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Ἡ πετροχημικὴ ἐπεξεργασία ἄνω τῶν χιλίων χημικῶν ἀναλύσεων σὲ δείγματα πετρωμάτων, πού προέρχονται ἀπ' ὅλες τὶς γνωστὲς ἡφαιστειακὲς περιοχὲς τῆς χώρας μας, ἔδειξε ὅτι μόνον ἑπτὰ ἀνταποκρίνονται στοῦ ὄρο «ὑπεραλκαλικὸ πέτρωμα», ὅπου ἰσχύει ἡ σχέση  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} > \text{Al}_2\text{O}_3$ . Τὰ πετρώματα αὐτά, πού ἀπὸ ὀρυκτολογικὴ ἀποψη χαρακτηρίζονται ἀπὸ τὴν παρουσία ἀλκαλικῶν μόνον ἀστρίων καὶ ἀλκαλικοῦ πυρόξενου (αἰγιρίνη) προέρχονται ἀπὸ τέσσερες περιοχὲς, τὴν Ἀντίπαρο καὶ Μῆλο, ὅπου εἶναι γνωστὰ ἡφαιστεια τοῦ Νεογενοῦς-Τεταρτογενοῦς, τὸ ὄρος Πάικο-Μακεδονίας καὶ τὰ ἑλληνο-γιουγκοσλαβικὰ σύνορα, ὅπου συναντῶνται ἡφαιστειακὰ πετρώματα τοῦ Μεσοζωικοῦ (ἄνω Ἰουρασιακά).

2. Τὰ ἔξι ἀπὸ τὰ ἑπτὰ ὑπεραλκαλικά δείγματα εἶναι ὑπερκορεσμένα καὶ σὲ  $\text{SiO}_2$ , ὥστε μπορεῖ νὰ καταταχθοῦν στοῦ γνωστὸ τύπο παντελλερίτη, ἓνα μάλιστα, ὁ ἀλκαλικὸς ρυθίθιος ἀπὸ τὴν Ἀντίπαρο, παρουσιάζει περίσσεια ἀλκαλίων καὶ ἐναντι τοῦ ἀθροίσματος  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ , πού εἶναι μίαν ἀπὸ τὴν ἐξαιρετικὰ

σπάνιες περιπτώσεις στη γῆ. Ἀντίθετα τὸ 7ο δείγμα, ὁ σπιλίτης ἀπὸ τὸ Πάικο, εἶναι μὲν ὑπερκορεσμένο πέτρωμα σὲ ἀλκάλια, ἀλλὰ ἀσθενῶς κορεσμένο σὲ  $\text{SiO}_2$ , ὥστε νὰ χαρακτηρίζεται ὡς μελανοκρατικό πέτρωμα. Ἡ ἀλκαλικότητα τῶν πετρωμάτων τοῦ Πάικου ὀφείλεται σὲ πρόσληψη  $\text{NaCl}$  ἀπὸ τὴ θάλασσα κατὰ τὴν ψύξη τῆς λάβας, ἐνῶ ἡ ἀλκαλικότητα τῶν ἄλλων πετρωμάτων πρέπει νὰ ἀποδοθεῖ σὲ ἔντονο διαφορισμὸ τοῦ μάγματος, ἀπὸ τὸ ὁποῖο ἔχουν προέλθει.

3. Ἡφαιστειακὰ πετρώματα πλούσια σὲ ἀλκάλια, καὶ μάλιστα πλουσιότερα ἀπὸ τὰ ἀναφερθέντα ὑπεραλκαλικά ὑπάρχουν καὶ σὲ ἄλλες περιοχές, π.χ. στὴν Κῶ, Πάτμο, Ἀλμωπία κ.λπ., ἀλλὰ λόγῳ τῆς ὑψηλῆς περιεκτικότητος σὲ ἀργίλιο χαρακτηρίζονται ὡς ὑπεραργιλικά πλούσια σὲ ἀλκάλια. Στὴν Ἀντίπαρο τὰ πετρώματα αὐτά, ὅπως καὶ τὸ ὑπεραργιλικό, προέρχονται ἀπὸ τὸ ἴδιο μάγμα, πού ἐξ αἰτίας διαφορετικῶν τοπικῶν παραγόντων εἶχε ὑποστῆ κατὰ θέσεις ἀνόμοιο διαφορισμὸ.

4. Ἡ αὔξηση τῶν ἀλκαλικῶν ἀσφαιρῶν στὰ ἐκρηξιγενῆ πετρώματα στὴν περίπτωση διαφορισμοῦ μάγματος ἀκολουθεῖ κανονικὰ τὴν ἀνοδικὴ πορεία τοῦ ποσοστοῦ τοῦ  $\text{SiO}_2$ , ἀλλὰ στὰ ὑπερκορεσμένα μὲ  $\text{SiO}_2$  πετρώματα παρουσιάζει μιὰ αἰσθητὴ κάμψη, ἡ ὁποία ἀντανακλᾷ τὴ μείωση τῆς περιεκτικότητος τοῦ μάγματος σὲ ἀργίλιο. Ἡ μείωση αὕτη, πού ὀφείλεται στὸ ὅτι ἓνα μεγάλο ποσοστὸ τοῦ ἀργιλίου στερεοποιήθηκε μὲ ἄλλα στοιχεῖα ὑπὸ μορφὴ πυριτικῶν ἁλάτων, δείχνει ὅτι τὰ στερεοποιηθέντα ὑλικά τοῦ μάγματος λόγῳ αἰ οβολῆς θερμότητος στὸ ψυχρὸ περιβάλλον δὲν ἀναπληρώθηκαν ἀπὸ ἄλλα, π.χ. μὲ προσκόμιση νέων ὑλικῶν ἀπὸ τὴν κύρια πηγὴ τοῦ μάγματος, δηλ. τὴν ἀσθενόσφαιρα. Τοῦτο ἀφήνει νὰ ὑποθέσουμε ὅτι ὁ μαγματικός θάλαμος, πού τροφοδότησε τὰ ἠφαιστεια μὲ ἀλκαλικούς ρυολίθους, εἶχε χάσει κάθε ἐπικοινωνία μὲ τὴν ἀσθενόσφαιρα. Ἐπομένως, σὲ θαλάμους τοῦ εἴδους αὐτοῦ ἡ ἀποβολὴ ὑλικῶν κατὰ τὶς ἐκρήξεις καὶ ἡ στερεοποίηση μάγματος λόγῳ διαφορισμοῦ θὰ ἐπιφέρουν ἀναπόφευκτα συνεχῆ μείωση τοῦ ρευστοῦ μάγματος. Ἄρα, ἀναπόφευκτη θὰ εἶναι καὶ ἡ παύση τῆς λειτουργίας τῶν ἠφαιστειακῶν κέντρων, πού τροφοδοτοῦνται ἀπὸ τέτοιους θαλάμους.

5. Τὰ ἐλληνικὰ ἠφαιστειακὰ κέντρα, πού ἔδωκαν ἀλκαλικούς ρυολίθους, ἔχουν σταματήσει τὶς ἐκρήξεις πρὶν ἐξαντληθοῦν τὰ ἀποθέματά τους σὲ ρευστὸ μάγμα γιὰ τὸ λόγο ὅτι τὸ ἐναπομεῖναν ἔπαυσε νὰ εἶναι ἐκρηκτικό. Πρόκειται γιὰ ἓνα μάγμα, πού ἔχει ἀπολέσει ὅλα σχεδὸν τὰ φεμικά του συστατικά καὶ τὸ ἀσβέστιο, ὥστε μόνον ἀσθενῆ διαφορισμὸ μπορεῖ νὰ ὑποστῆ. Ἐτσι, τὰ ἀέρια, πού θὰ ἀπελευθερωθοῦν ἀπὸ τὴ μερικὴ στερεοποίηση τοῦ μάγματος αὐτοῦ, θὰ εἶναι λίγα καὶ δὲν θὰ μποροῦν νὰ τὸ ἐνεργοποιήσουν. Ἐξάλλου, τὸ μάγμα αὐτό, ὅπως ἀναφέρθηκε, ἔγινε πλούσιο σὲ ἀλκάλια, ὅποτε τὰ ἐκλυόμενα κατὰ τὸ διαφορισμὸ ἀέρια  $\text{HC}$ ,  $\text{HF}$  δὲν μποροῦν νὰ ἀντιδράσουν χημικῶς πάνω στὸ ἀσβεστολιθικό περίβλημα τοῦ μαγμα-

τικού θαλάμου και να αφομοιώσουν έτσι ασβέστιο και μαγνήσιο από το περιβάλλον, ούτε να προκαλέσουν έκλυση CO<sub>2</sub>, που θα συντελοῦσε στην αύξηση τῆς ἐκρηκτικῆς του ικανότητάς.

6. Τὸ γενικὸ συμπέρασμα τῆς μελέτης αὐτῆς εἶναι ὅτι ἀπὸ τὴν ἐξέταση ἑνὸς ἠφαιστειακοῦ πετρώματος μποροῦμε νὰ ἀποφανθοῦμε, ἂν τὸ ἠφαιστειο, ἀπὸ τὸ ὁποῖο προέρχεται τὸ πέτρωμα αὐτό, εἶναι σὲ θέση νὰ δώσει νέα ἐκρηξη. Ἡ ἀπάντηση εἶναι ἀρνητικὴ, ὅταν τὸ ἐξετασθὲν πέτρωμα εἶναι ἀλκαλικὸς ρυόλιθος, ὅπως στὶς περιπτώσεις τῶν ἠφαιστειακῶν κέντρων Ἀντιπάρου, Μήλου, Κῶ, Πάτμου, Σάμου, Χίου καὶ Λέσβου. Ἡ Σαντορίνη, τὸ μόνο ἑλληνικὸ ἠφαιστειο ποὺ ἔδρασε τὰ τελευταῖα 1500 χρόνια, δὲν παρουσίασε ἀκόμη ἀλκαλικούς ρυολίθους, ἔδωκε ὅμως δακίτες μὲ τάση πρὸς ρυόλιθο. Τοῦτο σημαίνει ὅτι ἄρχισε μὲν ἡ παρακμὴ τοῦ ἠφαιστείου τῆς Σαντορίνης, ἀλλὰ τὸ μάγμα, ἀπὸ τὸ ὁποῖο τροφοδοτεῖται, ἔχει ἀκόμη περιθώρια νὰ ὑποστεῖ καὶ ἄλλο διαφορισμὸ, ὥστε νὰ δώσει στὸ μέλλον νέες ἐκρήξεις. Οἱ ἐκρήξεις ὅμως αὐτὲς θὰ εἶναι πολὺ περιορισμένες καὶ ἀσήμαντες σὲ σύγκριση μὲ αὐτὲς τοῦ ἠφαιστείου Ruiz τῆς Κολομβίας\*, τὸ ὁποῖο μέχρι τώρα ἔχει δώσει δακίτοανδεσίτες, ποὺ σημαίνει ὅτι τὸ μάγμα τῆς περιοχῆς αὐτῆς ἔχει πολλὰ περιθώρια ἀκόμη νὰ ὑποστεῖ διαφορισμὸ καὶ νὰ δώσει νέες ἐκρήξεις. Ἀκόμα μεγαλύτερα περιθώρια γιὰ διαφορισμὸ παρουσιάζει τὸ μάγμα, ποὺ τροφοδοτεῖ τὸ Βεζούβιο μὲ τεφριτικούς λευκιτίτες καὶ πολὺ περισσότερο τὸ μάγμα, ποὺ τροφοδοτεῖ τὸ ἠφαιστειο τῆς Αἴτνας, ἀφοῦ ἀκόμη καὶ σήμερα δίνει θολεΐτη.

---

\* Ὑπενθυμίζεται ὅτι ἡ ἐκρηξη τοῦ ἠφαιστείου αὐτοῦ στὶς 13.11.1985 μὲ τὸ λυώσιμο τῶν παγετῶνων καὶ χιονιοῦ τῆς κορυφῆς δημιούργησε lahars, ποὺ ἐκτὸς ἀπὸ τὶς καταστροφὲς προκάλεσε καὶ τὸ θάνατο 20000 ἀτόμων (Eos No 49, December 3, 1985).

ΠΙΝΑΚΑΣ Α. Χημικές αναλύσεις ήφαιστειακῶν πετρωμάτων Ἀντιπάρου.

Ἄρ.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Τοποθεσία
1.	74,10	0,11	12,70	0,73	1,05	0,08	0,19	1,25	4,12	3,87	Μαστίχια
2.	73,92	0,10	13,08	0,76	0,85	0,07	0,15	1,15	4,01	3,81	Δεσποτικὸ Χ. Βουνὸ
3.	73,00	0,15	12,91	0,86	0,56	0,08	0,51	1,63	3,52	4,01	Φανερωμένη
4.	75,83	0,13	12,69	1,03	0,24	0,09	0,14	0,23	4,18	4,26	Στρογγυλὸ
5.	75,33	0,08	11,80	1,85	0,38	0,18	0,11	0,77	2,72	5,64	Κάβουρας
6.	71,59	0,15	12,77	0,67	0,81	0,08	0,40	1,30	3,40	4,86	Ὅρμ. Σώστης
7.	73,68	0,10	13,23	0,93	0,23	0,08	0,42	1,03	3,96	5,70	Δεσποτικὸ Βίγλα
8.	73,69	0,08	12,95	0,90	0,99	0,03	0,40	1,11	4,10	4,72	Δεσποτικὸ Τουρλωτὸ
9.	73,46	0,11	12,90	0,93	1,80	0,90	0,43	1,00	4,10	4,29	Βλαχοβούναλο
10.	73,00	0,07	10,56	0,87	1,14	0,08	0,28	0,89	3,13	4,39	Σωρὸς
11.	73,20	0,15	11,50	1,52	1,80	0,10	0,45	0,90	3,40	4,50	Σωρὸς
12.	74,00	0,11	11,70	1,16	1,06	0,09	0,28	0,70	2,59	4,08	Στρογγυλὸ
α.	75,94		11,99	0,64	0,85	0,05	0,05	0,78	3,03	5,93	Φυρά, Κάβουρας
β.	75,64		13,07	0,53	0,52	0,17	0,04	0,46	4,41	4,80	Στρογγυλὸ
γ.	75,18		12,41	0,80	0,64	0,12	0,07	0,48	5,27	4,63	Χερσ. Ἀντιπάρ.
δ.	74,08		11,87	0,16	1,11	0,04	0,08	0,64	3,22	3,72	Μικρὸ Σπυ- ριδονήσι

Γιὰ τὶς ἀναλύσεις 1-12 βλ. Ἀναστόπουλος, γιὰ τὶς α, β, γ, δ Κίενας (1929 καὶ 1936)

ΠΙΝΑΚΑΣ Β. Χημικές αναλύσεις ήφαιστειακῶν πετρωμάτων Ἀντιμήλου.

Ἄρ.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Τοποθεσία
1.	65,50	0,52	15,63	0,67	3,90	0,04	2,24	4,30	4,56	2,54	Μικρὸς Χῶνος
2.	63,65	0,71	15,02	3,19	2,32	0,13	2,58	5,39	3,64	2,66	ΒΑ ἀκτὴ Ἀν- τιμήλου
3.	61,60	0,70	15,80	0,61	5,40	0,90	1,45	7,04	4,10	1,30	Κρατηρ. κοι- λότητα
4.	57,80	0,62	17,60	0,60	6,80	0,11	1,48	8,40	3,80	1,10	Ἀγριόκαστρο
5.	60,64	0,63	15,10	0,80	5,20	0,08	3,36	6,76	3,66	1,76	Κρατηρ. κοιλό- τητα
6.	56,85	0,60	17,60	0,61	5,30	0,05	3,66	7,70	3,82	1,68	Μεγάλος Χῶνος
7.	57,50	0,59	16,25	6,30	8,20	0,06	2,18	8,14	3,50	2,05	Κρατ. κοιλότητα
8.	57,04	0,75	15,74	3,38	4,79	0,13	4,01	8,60	3,31	1,73	Βόρεια κορυφὴ Ἀντιμήλου
9.	64,1	0,4	15,6	2,6	2,3	0,11	3,1	6,2	3,7	1,5	

Γιὰ τὶς ἀναλύσεις 1,3, 4,5,6, καὶ 7 βλ. Μαρῖνος, γιὰ τὶς 2 καὶ 8 Sonder καὶ 9 Burri-Soptrajanova.

ΠΙΝΑΚΑΣ Γ. Χημικές αναλύσεις Ήφαιστειακῶν πετρωμάτων Μήλου.

Αρ.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Τοποθεσία
1.	54,35	0,86	13,14	4,71	4,54	0,17	5,78	10,01	2,86	1,81	Κατσιμπάρδος
2.	57,04	0,75	15,74	3,38	3,49	0,13	4,01	8,60	3,31	1,73	Έρημόμυλος
3.	52,06	1,46	17,28	10,09	1,64	0,09	0,38	10,08	3,06	2,24	Κέντρ. Πολυβός
4.	59,34	0,58	16,82	4,39	1,63	0,15	3,55	7,50	3,14	1,66	Άρκαδιές
5.	56,12	0,79	18,53	3,82	2,84	0,11	2,82	7,22	3,63	2,11	
6.	64,62	0,89	15,52	3,82	1,68	0,13	2,64	5,69	3,48	2,01	Καλαμαριά
7.	63,55	0,71	15,02	3,19	2,32	0,13	2,58	5,31	3,64	2,66	Έρημόμυλος
8.	64,04	1,12	13,09	3,32	2,40	0,11	1,19	5,72	3,50	3,02	Κέντρ. Πολυβός
9.	70,04	0,16	12,99	0,86	1,80	0,13	0,51	4,00	3,86	3,36	Χαλέπα
10.	73,85	0,24	10,45	0,65	1,12	0,16	0,12	2,34	4,32	3,25	Φυριπλάκα
11.	72,10	0,15	14,25	0,65	0,10		0,06	0,37	3,20	4,40	
12.	67,10	0,20	13,40	1,45	0,15		1,52	1,86	2,90	4,30	
13.	75,64	0,42	12,89	1,35	0,43		0,12	1,68	3,30	3,32	Καστανάς
14.	76,04	0,05	12,97	1,25	1,11		0,19	1,69	3,65	3,02	
15.	76,56	0,10	13,47	0,20	1,01	0,06	0,08	1,47	3,76	3,51	Μπομπάρντα
16.	74,56	0,10	13,47	0,06	0,20		0,08	1,47	3,76	3,51	
17.	74,5	0,18	12,4	0,2	0,6	0,11	0,5	10,0	3,7	4,2	Φυριπλάκα
18.	73,3	0,09	12,8	0,7	0,2	0,1	0,6	1,3	3,7	4,2	»
19.	75,1	0,08	12,4	0,5	0,3	0,09	0,14	0,8	3,5	4,5	Τράχηλας
20.	75,0	0,11	12,7	0,3	0,6	0,09	1,0	1,1	4,0	4,0	Φυριπλάκα
21.	75,3	0,12	12,6	0,4	0,7	0,06	0,8	1,2	4,0	3,0	»
22.	70,4	0,22	14,1	0,9	1,1	0,08	0,9	2,5	3,7	3,2	Χαλέπα
23.	68,1	0,32	15,2	2,5	0,4	0,02	1,8	1,7	3,2	5,2	Χάλακας
24.	70,5	0,2	14,9	1,0	0,9	0,06	0,4	2,5	4,2	3,0	Ίσθμός
25.	66,0	0,3	16,5	4,2	0,3	0,07	1,8	4,6	3,8	2,0	Χάλακας
26.	66,0	0,3	14,4	1,9	1,6	0,1	1,0	5,0	3,6	2,4	Άδάμας
27.	61,4	0,5	17,9	3,5	1,2	0,05	17,0	5,4	3,5	1,2	Χάλακας
28.	64,0	0,4	16,2	2,9	2,0	0,11	2,5	6,2	3,7	1,5	Λ.ΒΔ Τασιφνός
29.	64,1	0,4	15,6	2,6	2,3	0,11	3,1	6,2	3,5	1,5	Άντίμηλος
30.	61,3	0,5	16,5	3,8	1,9	0,13	3,0	7,1	3,5	1,6	Μεγάλη Καρ- διά
31.	61,2	0,5	16,2	3,4	2,6	0,16	4,0	6,4	3,3	1,5	Μικ. Καρδιά
32.	62,5	0,4	16,1	4,4	1,0	0,16	1,9	8,7	3,6	1,3	Ν.Δ Κάστρ.
33.	61,0	0,6	16,5	3,5	1,9	0,11	2,4	5,4	3,6	2,3	Β. Παστέμα
34.	63,4	0,2	16,0	1,6	3,1	0,11	3,6	5,7	3,5	1,7	Βορ. πλευρά Κάστρου
35.	61,2	0,73	17,7	3,8	0,6	0,06	3,1	5,3	4,1	1,8	Κορακιά
36.	59,1	0,68	17,1	2,2	3,8	0,12	3,5	6,9	3,5	2,0	Κίμωνας

Συνέχεια Πίν. Γ. Χημικές αναλύσεις ήφαιστειακῶν πετρωμάτων Μήλου.

37.	58,2	0,70	17,1	3,7	3,6	0,16	3,5	6,7	3,5	2,0	N. Κορακιά
38.	59,6	0,52	15,9	1,3	3,6	0,11	4,4	7,7	3,0	1,6	NNA 'Ηλία (Χάλακας)
39.	57,6	0,8	17,2	3,4	4,9	0,18	3,4	7,2	3,7	1,0	Μεγ. Καρδιά
40.	55,8	0,9	18,1	3,8	3,1	0,12	4,1	8,4	3,1	1,9	Κατσιμπάρδος
41.	54,0	0,5	17,7	3,7	3,6	0,08	4,0	10,2	3,2	1,5	Δ. Κατσιμ.
42.	54,2	0,55	17,65	2,7	3,8	0,15	5,6	11,2	3,5	0,8	Φουρκοβούνη
43.	76,3	0,18	12,75	1,27			0,26	1,18	3,66	3,18	Στά Νύχια
44.	76,94	0,18	12,95	1,28			0,26	1,19	3,71	3,33	»
45.	76,45	0,18	12,00	1,28			3,22	1,17	3,22	3,29	»
46.	76,25	0,17	12,96	1,26			0,27	1,16	3,40	3,39	»
47.	76,35	0,17	12,70	1,25			0,27	1,15	3,61	3,20	»
48.	76,24	0,17	12,81	1,26			0,26	1,20	3,44	3,20	»
α.	65,10	0,30	10,78		1,50		1,20	0,90	4,62	3,09	Πηλονήσι
β.	79,85	0,30	6,26	1,35	3,75	0,10	0,10	0,37	2,55	1,28	
ΑΠ. ΔΙΑΠ.											
γ.	88,19		0,08	0,05	7,96		0,55	1,37	0,78	0,45	
I.	62,25	0,35	19,75	2,06	8,38		1,42	0,96	2,01	1,84	
II.	68,58		15,01	0,62	12,02		1,17	0,26	0,34	1,08	
III	71,70	0,24	15,58	2,02	4,72		1,60	1,92	1,74	0,21	

Οι χημικές αναλύσεις 1-3, 6-10 και β από Sonder, 4, 5, 14, 15 (Κτένας), 11, 10, 16 (Μπουρλος) 17-42 (Burri-Soptrajanova), 43-48 (Shelford), α (Βορεάδης).

ΠΙΝΑΚΑΣ Δ'. Υπεραλλοκικά πετρώματα ελληνικῶν περιοχῶν με ἐξαιρέση τὸ ὑπ' ἀριθ. 7.

Αρ.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Τοποθεσία
1.	75,18		12,42	0,80	0,64	0,12	0,07	0,48	5,27	4,63	'Αντίπαρος
2.	65,10	0,30	10,78		1,50		1,20	0,90	4,62	3,09	Πηλονήσι Μήλου
3.	72,30	0,28	11,30	1,46	0,91		1,30	1,60	3,40	5,74	Ντεμιρ Καπί- για Μακεδονία
4.	70,50	0,34	11,40	1,86	1,08	0,01	1,40	1,85	3,82	5,12	» »
5.	69	0,18	11,15	1,89	0,60	0,02	1,20	2,68	3,85	5,55	» »
6.	78,25	0,29	10,23	1,26	0,38	0,01	0,80	0,74	5,70	1,80	Πάτιχο Μακεδονία
7.	49,54	0,95	0,37	4,12	7,09	0,15	5,85	7,24	5,05	4,00	» »
8.	69,81	0,45	8,59	2,28	5,76	0,28	0,10	0,42	6,46	4,49	Νήσος Παν- τελλερία 'Ιταλία

Γιὰ τις ἀναλύσεις 3, 4 και 5 βλ. Mercier σ. 684, γιὰ τις 6 και 7 Mercier σ. 671 και γιὰ τὴν 8 βλ. Zies σ. 307.

ΕΠΙΒΕΗΓΗΜΑΤΙΚΟ ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΓΙΑ ΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ  
ΚΑΤΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ SAWARIZKI

Τὰ διαγράμματα αὐτὰ ἔχουν σχεδιασθεῖ με βάση τὰ κύρια ἀριθμητικά χαρακτηριστικά  $a + c + b + s = 100$  καὶ τὶς μαγματικές παραμέτρους  $f' + m' + c = 100$ , πού ἔχουν ὑπολογισθεῖ ἀπὸ τὶς χημικὲς ἀναλύσεις σὲ μοριακὲς ἀναλογίες ὡς ἐξῆς:

$a = 2(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ ,  $c = \text{Al}_2\text{O}_3 - (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ ,  $b = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MnO} + \text{MgO} + [\text{CaO} - (\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O})]$  καὶ  $s = \text{SiO}_2 + \text{TiO}_2$  καὶ οἱ μαγματικὲς παράμετροι  $f = 100(2\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MnO})/B$ ,  $m' = 100\text{MgO}/B$  καὶ  $c' = 100[\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})]/B$  ὅπου  $B = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MnO} + \text{MgO} + \text{CaO} - [\text{Al}_2\text{O}_3 - (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})]$ .

Οἱ κεφαλῆς τῶν ἀνυσμάτων στὸ δεξιὸ (ASB) τμήμα τοῦ διαγράμματος προσδιορίζονται ἀπὸ τὶς προβολὲς τοῦ  $b$  (κατακόρυφα) καὶ τοῦ  $a$  (ὀριζόντια) ἐνῶ στὸ ἀριστερὸ (CSB) τμήμα τοῦ διαγράμματος ἀπὸ τὶς προβολὲς τοῦ  $b$  (κατακόρυφα) καὶ τοῦ  $c$  (ὀριζόντια). Τὰ ἀνύσματα στὸ δεξιὸ τμήμα ἀποτελοῦν τὴ συνισταμένη τῶν παραμέτρων  $m'$  (κατακόρυφα) καὶ  $c'$  (ὀριζόντια με φορὰ πρὸς τὰ δεξιὰ) ἐνῶ στὸ ἀριστερὸ τμήμα τὰ ἀνύσματα ἀντιστοιχοῦν στὴ συνισταμένη ἑνὸς συμπληρωματικοῦ ἀριθμοῦ  $n$  (κατακόρυφα) καὶ τοῦ  $100 - n$  (ὀριζόντια με φορὰ πρὸς ἀριστερὰ) ὅπου  $n = 100 \cdot \text{Na}_2\text{O}/(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ . Πρὸς ἐξοικονόμηση χώρου τὰ ἀνύσματα ἔχουν σχεδιασθεῖ σὲ κλίμακα 1:2.

Στὴν περίπτωσι ὑπεραργιλικῶν πετρωμάτων ὄντι τῆς παραμέτρου  $c'$  παρουσιάζεται ἡ παράμετρος  $a'$ , πού προβάλλεται ὅμως με φορὰ πρὸς ἀριστερὰ καὶ ὀρίζεται ὡς ἐξῆς:  $c = \text{CaO}$  καὶ  $a' = 100 \cdot 2(\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O} - \text{CaO})/B$ , ὅπου  $B = 2(\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O} - \text{CaO}) + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MnO} + \text{MgO}$ , βλ. Kiskyras 1983 σελ. 604 ὑποσημείωσι.

Στὴν περίπτωσι πετρωμάτων κορεσμένων σὲ ἀλκάλια ἰσχύουν τὰ ἐξῆς:  $a = 2\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\bar{c} = 2(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3)$ ,  $b = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 - 2(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3) + \text{FeO} + \text{MnO} + \text{MgO} + \text{CaO}$ ,  $n = 100[(\text{Na}_2\text{O} - (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3)]/\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Γιὰ τὰ ὑπερκορεσμένα σὲ ἀλκάλια πετρώματα ὑπάρχουν οἱ κάτωθι ἀλλαγές:

$a = 2\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\bar{c} = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MnO} + \text{MgO}$ ,  $b = \text{MgO} + \text{CaO} + 2(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3) - (2\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MnO})$ ,  $n' = 100[2(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3) - (2\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MnO})]/\text{MgO} + \text{CaO} + 2(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3) - (2\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MnO})$  καὶ  $n = 100[2\text{Na}_2\text{O} - 2(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3)]/2\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Στοὺς Πίνακες Ε, ΣΤ, Ζ καὶ Η ὑπάρχει καὶ τὸ συμπληρωματικὸ ἀριθμητικὸ χαρακτηριστικὸ  $q$ , δηλ. ὁ σχετικὸς ἀριθμὸς τῶν ἐπιπλέον ἀτόμων πυριτίου, ὅπου  $q = s - (3a + 2c + b)$ .



ΠΙΝΑΚΑΣ Ε. Κύρια αριθμητικά χαρακτηριστικά και μαγματικές παράμετροι τών πετρωμάτων του Πίνακα Α Χημισμός με τὸ σύστημα Sawarizki. Οἱ πετρολογικοί χαρακτηρισμοὶ ἀπὸ τοὺς συγγραφεῖς βλ. Πίνακες Α, Β, Γ καὶ Δ.

Α.ρ	a	c	b	s	f'	m'	c'	a'	n	q	Όνομα πετρώμ.
1.	14,37	1,14	2,02	82,4	67,2	15,4	17,4		61,8	35,09	Βιοτ. ἀλκαλικὸς ρυόλιθος
2.	14,10	1,37	2,09	82,5	71,6	11,8		16,6	61,5	35,37	Ἀλκαλικὸς ρυόλιθος
3.	13,45	1,84	2,32	82,35	57,4	37,0	5,6		64,8	36,00	Βιοτ. ρυόλιθος
4.	14,73	0,27	2,35	82,7	49,0	9,8		41,2	59,8	35,62	Βιοτ. ἀλκαλ. ρυόλιθ.
5.	13,76	0,8	2,35	83,15	87,6	7,6	4,8		42,3	37,92	»
6.	14,55	1,21	2,39	81,7	59,4	28,3	12,3		51,5	33,16	»
7.	16,32	0,35	2,58	80,8	40,5	26,4	33,1		51,3	25,98	»
8.	15,32	0,71	2,92	81,0	57,4	22,3	20,3		56,8	30,64	Κερ. »
9.	14,75	0,99	3,4	80,8	73,8	20,8	5,4		59,2	31,22	Βιοτ. »
10.	13,29	0,44	3,03	83,21	63,2	15,6	21,2		52,5	39,47	Ἀλκαλικὸς ρυόλιθος
11.	13,75	0,68	3,93	81,6	70,9	19,1	10,0		53,4	35,06	»
12.	11,43	0,84	4,84	82,8	42,6	9,6		47,6	49,1	42,04	»
α.	14,75	0,38	1,5	83,3	58,6	5,3	36,1		43,7	36,89	Βιοτ. ἀλκαλ. ρυόλιθος
β.	15,97	0,4	1,43	82,3	83,9	5,2	10,9		58,2	29,83	»
γ.	15,8	1,35	0,96	81,8	0	11,6	58,5	29,9	59,7	16,0	»
δ.	12,48	0,77	3,11	83,6	39,4	4,4		56,2	67	41,57	»

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΤ'. Χημισμός κατὰ Sawarizki τών πετρωμάτων τοῦ Πίνακα Β

Αρ.	a	c	b	s	f'	m'	c'	a'	n	q	Όνομα πετρώμ.
1.	13,45	3,52	9,54	73,4	44,4	38,9	16,7	73	16,47		Δακίτης
2.	11,75	3,81	12,03	72,4	41,7	36,0	22,3	67,6	17,5		»
3.	11,08	5,2	11,82	71,9	49,3	21,1	29,6	82,7	16,44		»
4.	10,36	7,08	13,54	69,0	54,5	19,2	26,3	84	10,42		»
5.	10,5	4,76	14,7	70,1	38,5	38,4	23,1	76,0	14,26		Ἀνδεσίτης
6.	12,37	5,76	15,7	66,2	36,2	40,0	23,8	69,5	22,7		»
7.	10,82	5,62	16,4	67,0	50,1	22,8	27,1	72,3	6,86		»
8.	9,78	5,62	19,2	65,4	39,4	35,4	25,2	74,4	5,6		»
9.	9,84	5,47	11,76	72,93	38,24	44,42	17,33	70,0	20,7		Πυρ. Κερ. Δακίτης

ΠΙΝΑΚΑΣ Ζ'. Χημισμός κατά Sawarizki τών πετρωμάτων του Πίνακα Γ.

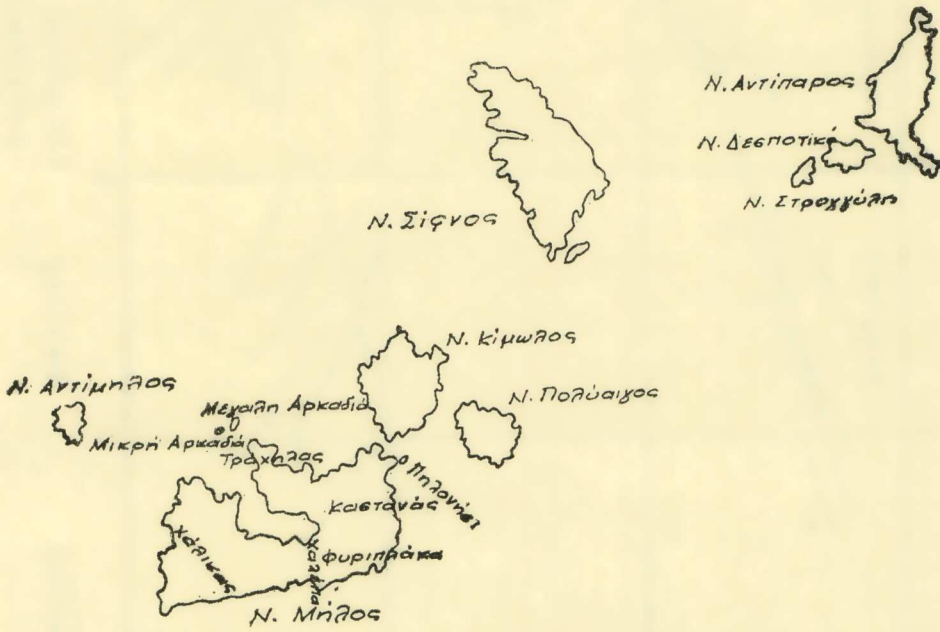
Αρ.	a	c	b	s	f'	m'	c'	a'	n	q	Όν. πετρ.
1.	8,84	4,19	25,62	61,3	32,37	37,35	30,15		69,7	0,78	Πυρ. άνδεσιω. Βα- σάλτης
2.	10,02	5,62	18,18	66,10	35,1	37,65	27,2		73,4	6,62	» δακίτοειδής
3.	10,58	6,96	17,6	64,8	61,7	4,15	34,2		67,7	1,54	» λαβραδ. Άνδε- σίτης
4.	9,51	6,84	14,28	69,4	38,95	43,0	18,05		74,2	12,91	» Κερ. δακίτης
5.	11,56	7,2	13,43	67,9	47,6	37,4	15,0		72,4	5,39	Κερ. έγκλεισμα
6.	10,43	5,25	10,92	73,4	45,0	40,4	14,57		72,5	20,69	Πυρ. δακίτης
7.	11,76	4,09	11,76	72,65	42,65	36,8	20,59		67,6	17,33	» »
8.	12,08	2,7	11,46	78,8	45,5	17,5	37,0		63,7	20,7	» »
9.	13,17	1,97	6,2	78,6	40,8	13,76	45,4		63,4	28,95	Κερ. Πλαγιολι- παρίτης
10.	13,36	0,1	4,98	81,56	42,6	3,99	53,4		65,8	33,49	Βιοτ. »
11.	13,22	0,45	5,44	80,90	11,84	1,83		86,3	52,4	34,9	Περλίτης
12.	13,15	2,36	4,86	79,63	29,7	55,1		15,22	50,3	30,6	Περλίτης
13.	11,68	1,98	2,68	83,65	56,6	7,4	36,0		60,0	41,17	Πλαγιολιπαρίτης
14.	12,98	1,92	2,52	83,2	83,1	12,55	4,28		64,7	40,0	όλιγ. δακίτοειδής (περλίτης)
15.	12,75	1,71	2,31	83,2	49,7	5,65		44,6	62,0	39,22	όλιγ. Δελλενίτης
16.	13,18	1,76	1,43	83,7	16,05	9,42		74,53	61,8	39,21	Περλίτης
17.	13,95	1,15	1,71	83,18	49,41	48,62	1,96		67,5	37,32	Βιοτ. λιπαρίτης
18.	14,09	1,44	1,94	82,52	41,66	51,74	6,60		57,2	35,47	» »
19.	13,94	0,96	1,42	83,68	55,19	16,51		28,3	54,2	38,52	» »
20.	14,05	1,15	2,71	82,09	32,68	60,05	7,26		60,1	34,93	» »
21.	12,69	1,41	3,10	82,78	33,19	42,13		24,08	66,9	38,79	Πλαγιολιπαρίτης
22.	12,86	3,06	3,42	80,66	53,31	44,69	0				»
23.	14,68	2,08	7,28	75,96	35,22	42,12		22,66	47,8	21,48	Ρυοδακίτης
24.	13,65	3,05	2,72	80,85	65,49	24,94		9,57	68,0	30,81	Πλαγιολιπαρίτης
25.	13,63	6,56	8,46	86,73	55,05	42,47	2,48		74,3	24,05	Ρυοδακίτης
26.	11,87	3,91	7,34	76,87	45,07	23,53	31,40		70,1	26,10	Βιοτ. Κερ. δακί- τοειδής
27.	9,97	6,94	8,90	14,19	49,51	34,14		16,34	81,6	21,5	Κεραστ. δακίτης
28.	10,35	5,70	10,57	73,37	42,59	40,13	17,20		79,0	19,9	» »
29.	9,84	5,47	11,76	72,93	38,24	44,42	17,33		70,0	20,7	Πυρ. Κερ. δακί- της
30.	10,12	6,08	12,98	70,81	40,26	39,47	20,26		76,9	15,3	» » δακίτοειδής
31.	9,47	6,15	14,03	70,35	39,60	48,44	11,96		77,0	15,61	» δακίτοειδής
32.	9,81	5,87	12,88	71,44	38,45	24,95	36,60		80,8	17,39	Κερ. πυρ. άνδε- σίτης
33.	11,62	5,59	10,57	72,21	47,90	39,54	12,46		70,4	15,6	» » »

Συνέχεια Πίν. Ζ. Χημισμός κατά Sawarizki τῶν πετρωμάτων τοῦ Πίνακα Γ.

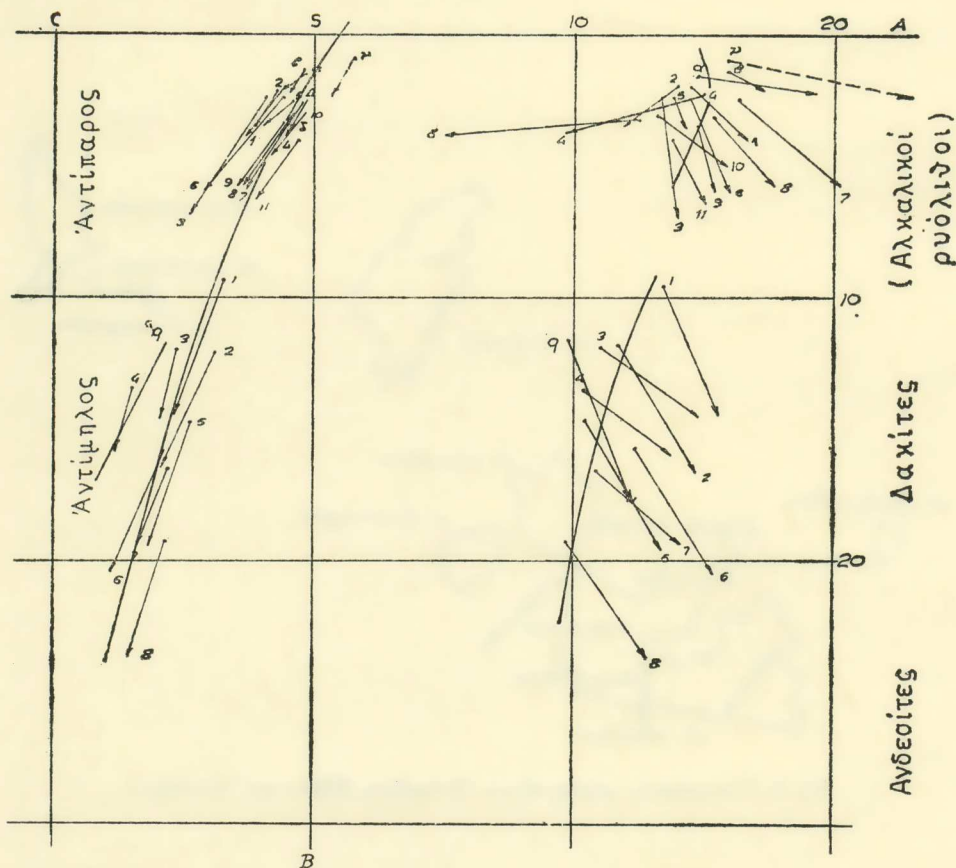
34.	10,19	5,63	11,84	72,34	37,39	51,53	11,08	75,7	18,67	Πυρ. άνδεσίτης	
35.	11,92	6,18	9,79	72,10	41,67	54,97	4,36	77,6	14,19	» »	
36.	10,78	6,25	14,0	68,97	40,71	42,99	12,30	72,7	10,13	Κερ. πυρ άν- δεσίτης	
37.	10,79	6,25	14,92	68,08	45,95	40,94	13,67	72,7	8,24	Κερ. πυρ. άν- δεσίτης	
38.	9,05	6,27	15,47	69,21	30,35	48,77	20,88	74,0	20,32	Πυρ. άνδεσίτης	
39.	9,78	6,84	15,83	67,55	49,78	37,04	13,18	84,9	8,7	Έγγλεισμα σέ άνδεσίτη	
40.	9,83	7,52	16,57	66,07	39,09	42,98	17,92	71,2	4,61	Πυρ. άνδεσίτης	
41.	9,50	7,47	19,19	63,84	35,8	36,39	27,81	76,4	1,21	Άνδεσιτοβα- σάλτης	
42.	8,34	7,11	24,46	59,88	38,07	37,32	14,61	86,9	4,42	Κερ. γάββρος σέ τόφφο	
43.	11,9	1,38	3,34	83,38	31,31	12,72		55,97	65,0	41,58	Όψιδιανός
44.	11,87	1,38	3,35	83,40	31,07	12,02		56,31	61,2	41,74	»
45.	8,72	1,36	6,68	83,24	15,64	6,55		77,8	47,8	47,68	»
46.1	1,89	1,35	3,52	83,24	29,42	12,48		58,1	60,3	41,35	»
47.	12,10	1,34	3,0	83,53	33,84	14,53		51,63	63,1	41,55	»
48.	11,75	1,40	3,39	83,45	30,17	12,57		57,25	62,0	42,01	»
α.	15,46	0,22	4,86	79,44	28,6	46,7	25,23		64,6	27,76	Τόφφος
β.	7,20	0,37	4,82	87,6	93,9	3,4		2,7	75,0	60,43	»
γ.	0,00	0,04	4,6	95,3	0	19,2	34,6	4,6		90,60	»
I.	7,76	1,17	20,34	70,72	8,55	11,72		79,73	56,8	24,76	Μπεντονίτης
II.	2,36	0,32	18,22	79,1	2,97	11,0		86,0	32,3	53,16	
III	3,95	2,23	15,8	78,2	10,72	16,38		72,85	92,8	46,39	

ΠΙΝΑΚΑΣ Η'. Χημισμός κατά Sawarizki τῶν πετρωμάτων τοῦ Πίνακα Δ.

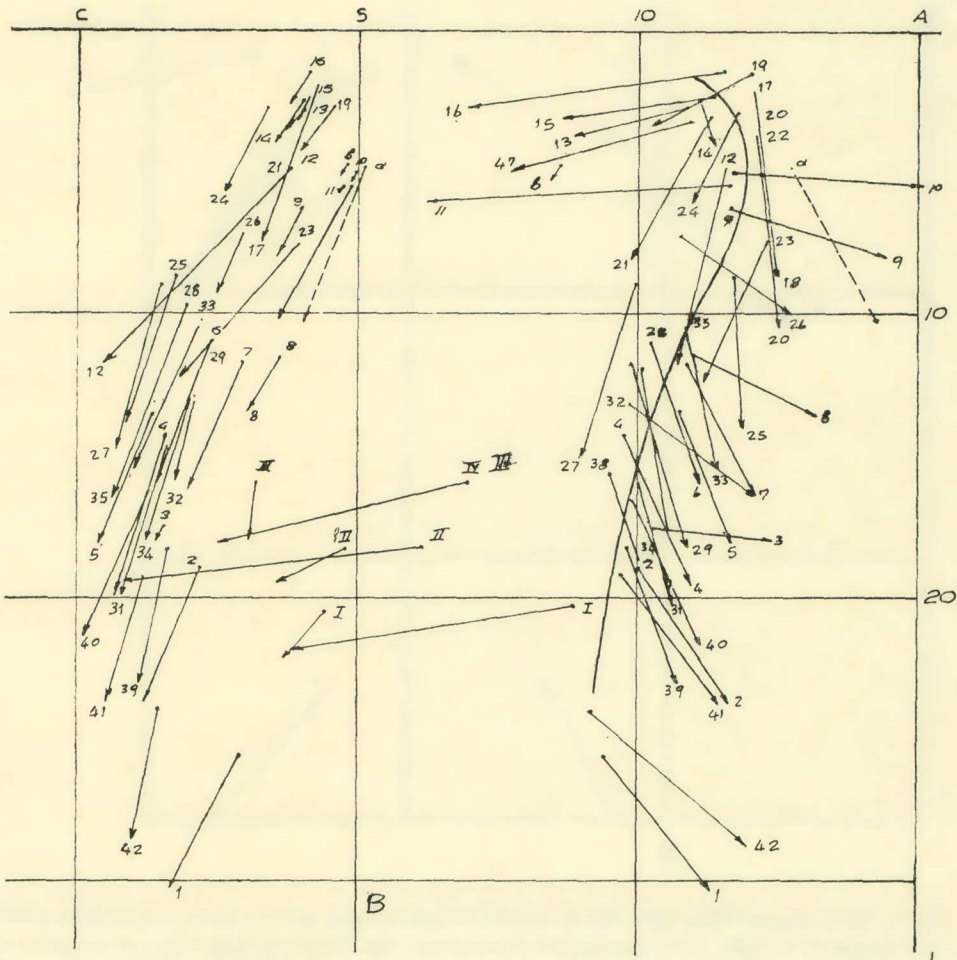
Αρ.	a.	c.	b.	s.	f'.	m'.	c'.	a'.	n.	q	Όν. πετρώμ.
1.	15,8	1,35	0,96	81,85	0	11,6	58,5	29,9	59,7	16,0	Άλκαλικός ρυ- όλιθος
2.	15,46	0,22	4,86	79,44	28,6	46,7	25,23		64,6	27,76	» τόφφος
3.	14,60	1,95	4,00	79,45	3,45	52,96	43,58		45,0	27,75	» μικρογρανίτης
4.	14,94	0,56	5,75	78,74	21,37	40,3	38,33		51,3	27,07	» »
5.	12,11	1,28	6,08	80,52	10,52	34,22	54,26		46,16	35,55	» »
6.	12,85	1,35	2,11	83,68	0	60,0	50,0		34,9	40,32	Κερατοφύρης (άλκ. ρυόλιθος)
7.	12,96	4,65	24,86	57,79	23,83	40,27	35,86		66,0	15,3	Σπιλίτης φω- νόλιθος
8.	11,46	7,42	1,77	70,35	0	6,94	20,83	72,2	43,5	28,36	Παντελερίτης



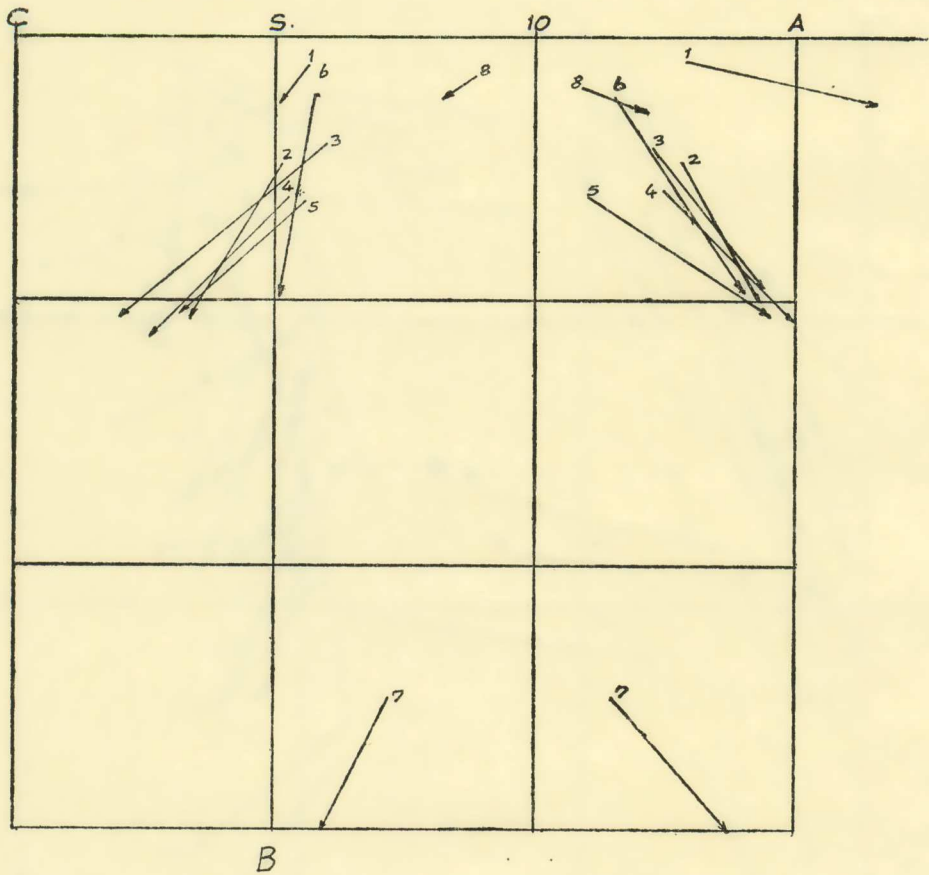
Σχ. 1. Γεωγραφικός χάρτης νήσων 'Αντιμνήστου, Μήλου και 'Αντιπάρου



Σχ. 2. Πετροχημικό διάγραμμα ήφαιστειακών πετρωμάτων 'Αντιπάρου και 'Αντιμήλου κατά το σύστημα Sawarizki. Τα πλούσια σε  $\text{SiO}_2$  πετρώματα (δηλ. αυτά με μικρές τιμές του  $b$ ) προβάλλονται στο άνω τμήμα του διαγράμματος, ενώ τα υπερκορεσμένα πλησίον του άξονα SA. Όσα από αυτά είναι πλούσια σε αλκαλικούς άστρίους (μεγάλες τιμές του  $a$ ) προβάλλονται στο δεξιό (ASB) τμήμα του διαγράμματος. Το υπεραλκαλικό πέτρωμα της 'Αντιπάρου με το γράμμα  $\gamma$  και το διακεκομμένο άνυσμα έχει τοποθετηθεί στην άνω δεξιά πλευρά του διαγράμματος. Διανύσματα με μεγάλη κατακόρυφη συνιστώσα ( $m$ ) αντιπροσωπεύουν δείγματα πλουσιότερα σε Mg από ό,τι σε Fe, ενώ μεγάλη οριζόντια συνιστώσα προς τα δεξιά σημαίνει δείγματα πλούσια σε ασβέστιο. Αντίθετα, οριζόντια προς τα αριστερά αντιστοιχεί σε υπεραργιλικό πέτρωμα. Στο αριστερό (CSB) τμήμα του διαγράμματος ή απόσταση της κεφαλής των άνυσμάτων από τον άξονα SB καθορίζεται από την περιεκτικότητα του πετρώματος σε ασβεστονατριούχους άστρίους, που ελαττώνεται με την αύξηση της περιεκτικότητας του πετρώματος σε  $\text{SiO}_2$ . Ο διαφορισμός του μάγματος στην περιοχή της 'Αντιπάρου έχει φθάσει περίπου στο έπακρον, όπως δείχνει η γραμμή της μαγματικής παραλλαγής (παχεία καμπύλη) που έχει προσεγγίσει τον άξονα SA.



Σχ. 3. Πετροχημικό διάγραμμα ήφαιστειακών πετρωμάτων Μήλου κατά το σύστημα Sawarizki. Η παχειά καμπύλη (μαγματική παραλλαγή) αντικατοπτρίζει την εξελικτική πορεία του διαφορισμού του μάγματος στο υπέδαφος της Μήλου. Έτσι, από τα βασικά πετρώματα 1 και 42, που έχουν σημειωθεί στο κάτω τμήμα του διαγράμματος και χαρακτηρίζονται ως βασάλτες, έχουν προκύψει με κλασματική κρυστάλλωση πετρώματα πλούσια σε διοξείδιο του πυριτίου και αλκάλια, τα οποία έχουν σημειωθεί στο άνω δεξιό τμήμα του διαγράμματος.



Σχ. 4. Πετροχημικό διάγραμμα των ελληνικών υπεραλκαλικών ήφαιστειακών πετρωμάτων κατά το σύστημα Sawarizki. Το χαρακτηριστικό γνώρισμα των υπεραλκαλικών πετρωμάτων είναι η απουσία άβεστονατριούχων άστρίων. Έτσι, στους Πίνακες των μαγματικών στοιχείων όπως του Πίνακα Η αντί του χαρακτηριστικού αριθμού c χρησιμοποιείται ο  $\bar{c}$ , που αντιστοιχεί στην περίσσεια άλκαλιών. Για αυτό το λόγο δέν προβάλλεται άριστερά του άξονα SB, αλλά δεξιά του.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. I. 'Αναστόπουλος, Γεωλογική κατασκευή τῆς νήσου 'Αντιπάρου καὶ τῶν περὶ αὐτὴν νησίδων, 'Ινστ. Γεωλ. 'Ερευνῶν 'Υπεδ. VII/5, 1963 σ. 235-375.
2. Γ. Βορέαδης καὶ Θ. Μουραμπᾶς, Τὰ ἀργυροῦχα μεταλλεύματα τῆς Μήλου. Δημοσιευμ. Γεωλ. 'Υπηρεσίας 'Ελλάδος 'Αρ. 22, 'Εθν. Τυπογραφεῖον, 'Αθήναι 1935.
3. C. Burri and G. Sottrajanova, Petrochemie der jungen Vulcanite der Inselgruppe von Milos (Griechenland) und deren Stellung im Rahmen der Kykladenprovinz. Vierteljahrsschrift d. Naturforsch. Ges. Zürich 112/I, 1-27, 1967.
4. Δημ. Κισκύρας, Μερικὲς σκέψεις γιὰ τὴν ἠφαιστειότητα καὶ τεκτονικὴ τοῦ Αἰγαίου. Δελτ. 'Ελλην. Γεωλ. 'Εταιρίας VI. σ. 84-112, 1964.
5. D. Kiskyras, The geotectonic state of the Greek area: Volcanism, Intermediate Earthquakes and Plate Tectonics, Thera and the Aegean World I, p.85-96 London 1978.
6. — and Papyannopoulou-Economou, Ath., Igneous rocks in the Greek area and Plate Tectonics. Symp. Hell. Arc and Trench (HEAT), Athens 1981 V. 1, p. 284-297 (1982).
7. D. A. Kiskyras, The genesis of the eruptive peraluminous rocks in Greece and their volcanological significance. Prakt. Akad. Athens 58, p. 603-631 (1983).
8. C. A. Kténas, Sur une éruption acide au centre du massif des Cyclades. C. R. 152, p. 721-723, 1911.
9. —, Sur le caractère alcalin des laves des volcans d'Antiparos (Cyclades) C. R. 189, p. 489, Paris 1929.
10. —, Le groupe d'îles de Santorin. Contribution à l'étude des laves tertiaires et quartaires de la mer Égée. Pragmat. Acad. Athens A/4 1935.
11. A. Κορδέλλας, 'Η 'Ελλάς ἐξεταζομένη γεωλογικῶς καὶ ὀρυκτολογικῶς, 'Αθήνησι 1878.
12. Ν. Λιάτσικας, Γεωλογία καὶ κοιτάσματα χρυσίμων ὀρυκτῶν τῆς νήσου Μήλου. Γεωλ. 'Αναγνωρίσεις ΙΓΕΥ' ἀρ. 20, 'Αθήναι 1955.
13. Γ. Μαρῖνος, Τὸ ἠφαιστειὸν τῆς 'Αντιμῆλου, Δελτ. 'Ελλην. Γεωλ. 'Εταιρίας, IV, σ. 38-50, 1959/61.
14. Γ. Μποῦρλος, 'Ο Περλίτης, 'Αθήναι 1955.
15. J. Mercier, 2<sup>e</sup> Thèse. Contribution à l'étude du métamorphisme et l' évolution magmatique des zones internes des Hellénides. Ann. Géol. Pays Hellén. XX (1968) B) p. 597-780, 1973.
16. G. Paraskevoopoulos, Über den Chemismus und die provinziellen Verhältnisse der tertiären und quartären Ergussgesteine der ägäischen Raumes und der benachbarten Gebiete. Tschermaks min. petrogr. Mittell. Bd 6/1-2, p. 13-72, 1956.
17. A. N. Sawarizki, Einführung in die Petrochemie der Eruptivgesteine. Akademie Verl. Berlin 1954.



18. P. H. Shelford, Some aspects of the occurrence of obsidian on Melos, Cyclades, Greece. Int. Congr. on Thermal Water, Geoth. Energy and Vulcanism of the Mediterranean area. V. 3, p. 249-264. Athens 1976.
19. Th. Skoufos, Vulkanische Formation im nördlichen Antiparos, βλ. 'Αναστόπουλος 1963.
20. Smithsonian Institution, Ruiz Volcano: Preliminary Report. Transactions, A.G.U. EOS, V. 66, No 49, p. 1209, 1985.
21. R. Sonder, Zur Geologie und Petrographie der Inselgruppe von Milos. Zt f. Vulk. 8. p. 181-229, 1924/25.
22. Yoshio Katsui, List of the World active volcanoes. Special issue of Bulletin of volcanic eruptions. Volc. Soc. of Japan. Tokyo, 1971.

## SUMMARY

**Geological significance of the presence of alkali-rich and  $\text{SiO}_2$  oversaturated volcanic rocks in Greece**

More than one thousand of specimens of Greek volcanic rocks have been petrochemically analysed after the Sawarizki system. It is found that only seven out of them correspond to peralkaline rocks, where  $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} > \text{Al}_2\text{O}_3$ . These rocks, characterized from the mineralogical point of view by the presence of aegirine derive from four areas. The two first have been sampled in the Quaternary volcanic area of the islands Antiparos and Milos respectively, and the other five in the Mesozoic volcanic area of Macedonia, i.e., two derive from the spilitic-keratophyric serie of the mountain Paikon and the other three from a district close to the Greek-Yugoslavic boundaries.

2. One out of the seven peralkaline rocks, the Paikon spilitite, is semi-saturated with  $\text{SiO}_2$  so that it may be considered as a melanocratic rock. On the contrary, all the other specimens are oversaturated with  $\text{SiO}_2$  due to a strong differentiation of magma and may be classed as alkali rhyolites with excess of alkali over alumina, like pantellerite, especially the Antiparos specimen in which  $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} > \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ . The alkalinity of the Paikon spilitite may be attributed to a contamination of hot lava during its cooling by sea-water.

3. Alkali-rich rocks have been found also in the islands Kos, Patmos, Samos, Chios and Lesbos. Some of them are more rich in alkali than the mentioned peralkaline rocks but due to their high alumina content may be considered as peraluminous. Both, peralkaline and peraluminous, rocks in Antiparos derive from the same magma unlikely differentiated due to local factors.

4. The alkali feldspar increase occurred in differentiated magma regularly follows the ashending course of the  $\text{SiO}_2$ -content, but in the oversaturated with  $\text{SiO}_2$  rocks shows a turning, which reflects the decrease of the magma alumina content. This decrease, which is due to the fact that a large part of the magma aluminium is consolidated with other elements to form silicates, indicates that the solidified materials from the liquid magma are not replaced by other ones coming from the main magmatic reservoir, i.e. from the asthenosphere. That let us suppose that the magma chamber, from which the alkali rhyolites are derived, is isolated from the asthenosphere. Therefore, the

decrease of the liquid magma due, on the one hand, to the volcanic materials emission and, on the other, to its fragmental crystallization will go further, resulting in the exhaustion of the liquid magma, which feeds the volcanoes with effusive materials.

5. Greek volcanoes, which have erupted alkali rhyolites, may be considered as unable to suffer other remarkable eruptions even in case liquid magma is present below these volcanoes. That is because this magma being poor in Ca, Mg Fe and other heavy metals does not undergo another differentiation associated with gases, delivered from the recently solidified magma. Besides, owing to differentiation the residual magma became alkaline so that the delivered gases HCl and HF do not react on the limestone covering up the magma chamber, Thus, this magma does not assimilate Ca and Mg from the surrounding sediments and not produce a CO<sub>2</sub> delivery, necessary to generate the residual magma.

6. The general conclusion of this paper is that, on the basis of a rock specimen formed by the eruption of a volcano, we can provide, if this volcano may undergo a further eruption. The answer will be negative if the studied rock specimen is an alkali rhyolite, as in the cases of the mentioned rocks of the islands Antiparos, Milos, Kos, Patmos, Samos, Chios and Lesbos. Regarding the Santorini volcano, the alone active Greek Volcano during the last 1500 years, will be said that its activity will be very limited in the future in comparison with the volcanoes of Vesuvius, Aetna and Ruiz-Colombia, well-known due to its explosive eruption on November 13, 1985.