

**Η ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΚΑΙ ΑΙ ΣΥΝΘΗΚΑΙ ΓΕΝΕΣΕΩΣ
ΤΟΥ ΟΡΥΚΤΟΥ ΠΕΡΟΒΣΚΙΤΟΥ ΕΙΣ ΤΑΣ ΧΡΩΜΙΤΟΦΟΡΟΥΣ ΕΜΦΑΝΙΣΕΙΣ
ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΡΟΔΙΑΝΗΣ ΚΟΖΑΝΗΣ ***

Υ Π Ο

ΣΤΥΛΙΑΝΟΥ ΣΚΟΥΝΑΚΗ †

Summary. The Ti-minerals ilmenite and perovskite are found in the alteration zones of chromite grains from chromite-ores of Rodiani area N. W. Greece.

Detailed studies carried out by the use of an electron microprobe show the ilmenite grains contain Mg in the form of [(Mg, Fe)O.TiO₂] whereas perovskite exists in its typical form, [(CaO.TiO₂)]. The Ti-content of these minerals is derived either from the exsolution bodies of rutile occurred within the chromite grains or from the Ti-content of the chromite itself. The necessary Ca for the perovskite formation is offered by the same process resulting to the formation of rodingites being abundant in this area.

The perovskite formation is due both, to the process of chromite's alteration and to the action of the solutions being responsible for the rodingite formation.

At least, the observed textures between ilmenite and perovskite due to the replacement of the former by the latter one show the early formation of the ilmenite.

Περίληψις. Είς τὰς χρωμιτοφόρους ἐμφανίσεις τῆς περιοχῆς Ροδιανῆς τοῦ ΒΑ Βουρίνου, συνητήθησαν ἐντὸς τῶν ζωνῶν ἐξαλλοιώσεως τῶν χρωμιτῶν τὰ τιτανιοῦχα ὄρυκτὰ ἰλμενίτης καὶ περοβσκίτης (CaO.TiO₂). Λεπτομερῆς ἐξέτασις αὐτῶν διὰ ἠλεκτρονικοῦ μικροαναλυτοῦ ἔδειξεν ὅτι ὁ ἰλμενίτης περιέχει εἰς τὸ μῦριόν του μαγνήσιον [(Fe, Mg)O.TiO₂], ἐνῶ ὁ περοβσκίτης ἀπαντᾷ ὑπὸ τὴν τυπικὴν του μορφήν CaO.TiO₂. Τὸ Ti τῶν ὄρυκτῶν τούτων προέρχεται, εἴτε ἐκ τοῦ Ti τῶν ἐντὸς τῶν χρωμιτῶν ἀπομίξεων τοῦ ρουτιλίου, εἴτε ἐκ τοῦ Ti τοῦ πλέγματος τῶν χρωμιτῶν. Ἡ προσφορὰ τοῦ Ca διὰ τὸν σχηματισμὸν τοῦ περοβσκίτου ταυτίζεται μὲ τὴν προσφορὰν Ca διὰ τὸν σχηματισμὸν τῶν ροδινιτῶν, οἱ ὅποιοι ἀφθονοῦν εἰς τὴν περιοχὴν. Ὡς ἐκ τούτου ὁ σχηματισμὸς τοῦ περοβσκίτου ὀφείλεται εἰς τὴν δρᾶσιν ἀφ' ἐνὸς μὲν τῶν παραγόντων ἐξαλλοιώσεως τῶν χρωμιτῶν καὶ ἀφ' ἑτέρου τῶν διαλυμάτων εἰς τὰ ὅποια ἀποδίδεται ὁ σχηματισμὸς τῶν ροδινιτῶν. Αἱ μορφαὶ ἀντικαταστάσεως τοῦ ἰλμενίτου ὑπὸ τοῦ περοβσκίτου δεικνύουν προγενέστερον σχηματισμὸν τοῦ ἰλμενίτου.

* ST. SKOUNAKIS, **Presence and formation conditions of perovskite in chromiteferous outcrops at Rodiani, Kozani prefecture.** Ἀνεκοινώθη κατὰ τὴν Ἐπιστημονικὴν συνεδρίαν τῆς 21ης Δεκεμβρίου 1976.

1. Ἐπιμελητοῦ Ἐργαστηρίου Κοιτασματολογίας τοῦ Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν.

Οί χρωμίται τῆς περιοχῆς Ροδιανῆς τοῦ βορειοανατολικοῦ Βουρίνου χαρακτηρίζονται ἐκ τῆς παρουσίας ἐντόνων φαινομένων ἐξαλλοιώσεως. Τῶν φαινομένων τούτων ἔχει γίνει λεπτομερῆς μελέτη ὑπὸ τοῦ ΑΥΓΟΥΣΤΙΔΗ (1960) καὶ ἀποδίδονται ἀφ' ἑνὸς μὲν εἰς συναντητικὰς ἀντιδράσεις μεταξὺ προϋπαρχόντων χρωμιτῶν καὶ σερπεντίνου καὶ ἀφ' ἑτέρου εἰς τὴν δρᾶσιν ὑδροθερμικῶν διαλυμάτων. Ὑπὸ τὴν δρᾶσιν ὑδροθερμικῶν καὶ μετασωματικῶν συνθηκῶν ἐδημιουργήθησαν τὰ ὄρυκτὰ ἰλμενίτης, ρουτίλιον, ἀνθρακικὰ ἄλατα τοῦ σιδήρου καὶ τοῦ μαγνησίου καὶ τάλκης εἴτε ἐντὸς τῶν ἀλλοιωμένων τμημάτων τοῦ χρωμίτου εἴτε εἰς τὸ περιβάλλον τούτου. Ὁ ἰλμενίτης κατὰ τὸν ἐν λόγῳ μελετητὴν προκύπτει εἴτε ἐκ τῆς μετακινήσεως τοῦ Τί τῶν χρωμιτῶν, εἴτε ἐκ τοῦ ἐν ἀπομίξει ἐντὸς τῶν χρωμιτῶν εὐρισκομένου ρουτιλίου, κατὰ τὴν διαδικασίαν ἐξαλλοιώσεως τῶν χρωμιτικῶν κόκκων.

Ἡ λεπτομερεστέρα ἐξέταση τῶν ἰλμενιτῶν τῆς περιοχῆς αὐτῆς, τῇ χρήσει ἠλεκτρονικοῦ μικροαταλυτοῦ, ἔδειξεν ὅτι ἐκτὸς τοῦ ἰλμενίτου συναντᾶται καὶ ἕτερον τιτανιοῦχον ὄρυκτόν, ὁ περοβσκίτης. Παραλλήλως πρὸς τὴν ἔρευναν τῶν συνθηκῶν γενέσεως τοῦ περοβσκίτου καὶ ἰλμενίτου ἐγένετο καὶ προσπάθεια διερευνήσεως τῆς συστάσεως τοῦ ρουτιλίου τῶν ἀπομίξεων. Ἡ ἐν λόγῳ ἔρευνα ἐπραγματοποιήθη διὰ τοῦ ἠλεκτρονικοῦ μικροαναλυτοῦ τοῦ Ἐργαστηρίου Κοιτασματολογίας. Ὡς πειραματικὰ δεδομένα ἐρεύνης ἐχρησιμοποιήθησαν :

Τάσεις διεγέρσεως : 20 kv

Ἔντασις ρεύματος βολῆς : 50 mA

Standards : διὰ τὸν Fe καὶ Cr αὐτοφυᾶ στοιχεῖα διὰ τὸ Ca, Al καὶ Mg τὰ ὄρυκτὰ CaSiO_3 , Al_2O_3 καὶ MgO .

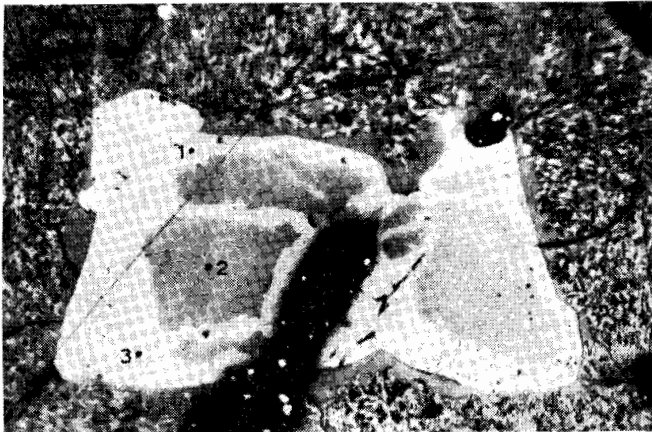
ΣΥΣΤΑΣΙΣ ΠΕΡΟΒΣΚΙΤΟΥ - ΙΛΜΕΝΙΤΟΥ, ΣΥΝΘΗΚΑΙ ΓΕΝΕΣΕΩΣ

Ὁ ἰλμενίτης καὶ ὁ περοβσκίτης συναντῶνται εἰς εὐμεγέθεις ἀλλοτριομόρφους κρυστάλλους ἐντὸς τῶν ἐξαλλοιωμένων τμημάτων τοῦ χρωμίτου ἢ τῶν ρωγμῶν τῶν χρωμιτικῶν κόκκων. Μεταξὺ τῶν δύο τούτων ὄρυκτῶν ὑφίσταται στενωτάτη σχέσις, καθ' ὅσον κατὰ κανόνα συνυπάρχουν. Ἡ παρουσία ἀμιγῶν κρυστάλλων ἰλμενίτου δὲν διεπιστώθη, ἐνῶ εἰς ἀρκετὰς περιπτώσεις διεπιστώθη μόνον ἡ παρουσία τοῦ περοβσκίτου. Ἡ κατανομή τῶν στοιχείων Τί, Fe καὶ Ca τοῦ κρυστάλλου τῆς εἰκ. 1 παρίσταται εἰς τὰς εἰκ. 2, 3 καὶ 4. Ἐκ τῆς κατανομῆς τῶν στοιχείων τούτων διαπιστοῦται ἡ παρουσία σαφῶν ζωνῶν ἐπικρατήσεως τοῦ Ca καὶ τοῦ Fe. Τὸ Ca ἐπικρατεῖ εἰς τὴν περιφέρειαν ἐνῶ ὁ Fe εἰς τὸ κέντρον.

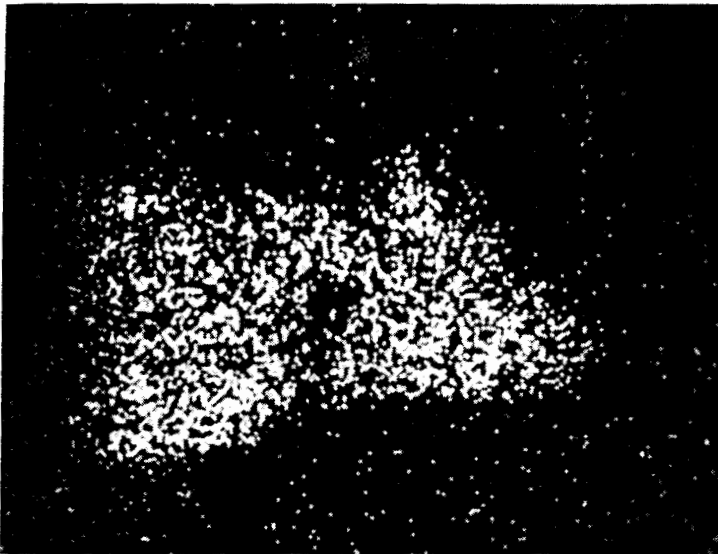
Ἡ μεταβολὴ τῆς περιεκτικότητος εἰς τὰ ἐν λόγῳ στοιχεῖα εἶναι σαφῆς καὶ συνδέεται μὲ τὴν παρουσίαν τῶν ὄρυκτῶν περοβσκίτου ($\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2$) καὶ ἰλμενίτου ($\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$). Ἀξιοσημείωτον εἶναι τὸ γεγονός ὅτι ἡ μεταβολὴ τῆς κατανομῆς τῶν στοιχείων Ca καὶ Fe γίνεται ἄνευ μεταβατικῶν σταδίων. Ἡ εἰκὼν αὕτη τῆς κατὰ προτίμησιν περιφερειακῆς ἀναπτύξεως τοῦ περοβσκίτου, εἶναι ἡ μᾶλλον ἐπικρατοῦσα διὰ τὰς ἐξετασθείσας περιπτώσεις.

Ἡ παρουσία τῶν δύο τούτων ὀρυκτῶν διεπιστώθη, ἐν συνεχείᾳ καὶ διὰ τοῦ μεταλλογραφικοῦ μικροσκοπίου. Ὁ περοβσκίτης ἔναντι τοῦ ἰلمενίτου παρουσιάζεται ὀλιγώτερον φωτεινὸς καὶ ἰσότροπος ἕως ἐνίοτε ἀσθενῶς ἀνισότροπος.

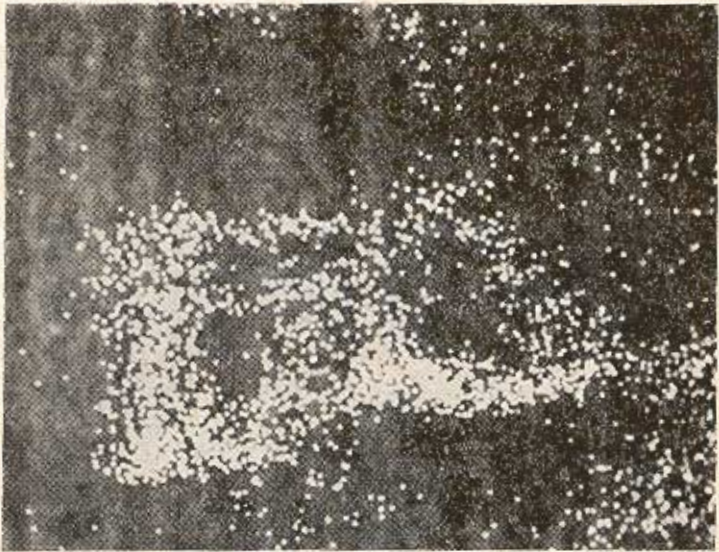
Ὅσον ἀφορᾷ εἰς τὴν σύστασιν τῶν ὀρυκτῶν τούτων, αὕτη, προσδιορισθεῖσα διὰ τοῦ ἠλεκτρονικοῦ μικροαναλυτοῦ, ἔδωσε τὰς εἰς τὸν πίνακα 1 ἀναφερομένας περιεκτικότητας ἐπὶ τοῖς ἑκατὸν εἰς τὰ στοιχεῖα Ti, Ca, Fe καὶ Mg.



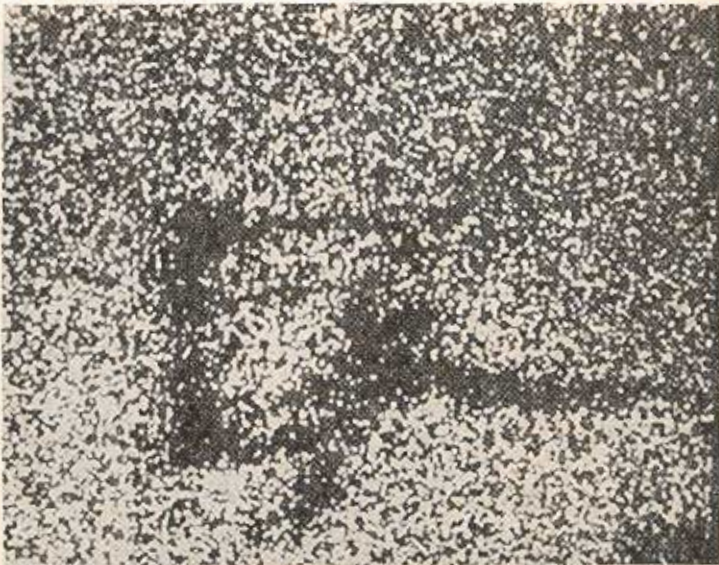
Εἰκ. 1. Ἰلمενίτης (σκοῦρο) περιβαλλόμενος ὑπὸ περοβσκίτου (λευκόν) ἐντὸς ζώνης διατεταραγμένου χρωμίτου, Nicols ἡμιδιασταυρωμένα $\times 300$, 1, 2, 3 σημεία ποσοτικῆς ἀναλύσεως.



Εἰκ. 2. Κατανομὴ Ti εἰς τὰ ὀρυκτὰ ἰلمενίτης καὶ περοβσκίτης τῆς εἰκ. 1. $\text{TiKa } 1-20 \text{ kV } \times 300$.



Εικ. 3. Κατανομή Ca μεις τὰ όρυκτά Ιλμενίτης και περοβοκίτης τής εικ. 1.
CaKa 1-20 kv X 300.



Εικ. 4. Κατανομή Fe εις τὰ όρυκτά Ιλμενίτης και περοβοκίτης τής εικ. 1.
FeKa 1-20 kv X 300.

Π Ι Ν Α Κ Σ 1.

Ποσοτικοί αναλύσεις, δι' ηλεκτρονικού μικροαναλυτού, του Ιλμενίτου και περοβσκίτου της περιοχής Ροδιανής Κοζάνης.

α/α	Ti	Ca	Fe	Mg	
1	34,40	28,17	0,85	ΐχνη	περοβσκίτης
2	33,60	1,20	24,40	5,90	Ιλμενίτης
3	34,60	27,07	2,80	ΐχνη	περοβσκίτης
4	33,85	ΐχνη	24,60	6,70	Ιλμενίτης
5	35,14	28,60	ΐχνη	0,75	περοβσκίτης
6	34,22	27,87	0,51	1,20	»
7	34,61	28,48	0,55	ΐχνη	»
8	34,55	28,25	0,80	0,20	»
9	33,65	0,60	23,32	8,20	Ιλμενίτης
10	33,75	0,40	23,55	6,43	»
11	34,00	0,25	24,15	6,80	»

Ἐκ τῶν ἀναλύσεων τούτων φαίνεται ὅτι ἡ συμμετοχὴ τοῦ Fe καὶ τοῦ Mg εἰς τὸν περοβσκίτη εἶναι ἐπουσιώδης, ἐνῶ ἡ συμμετοχὴ τοῦ Mg εἰς τὸν Ιλμενίτην εἶναι ἀξιόλογος. Ἡ σύστασις δηλαδὴ τοῦ Ιλμενίτου ἀνταποκρίνεται εἰς τὸν τύπον (Fe,Mg)O.TiO₂.

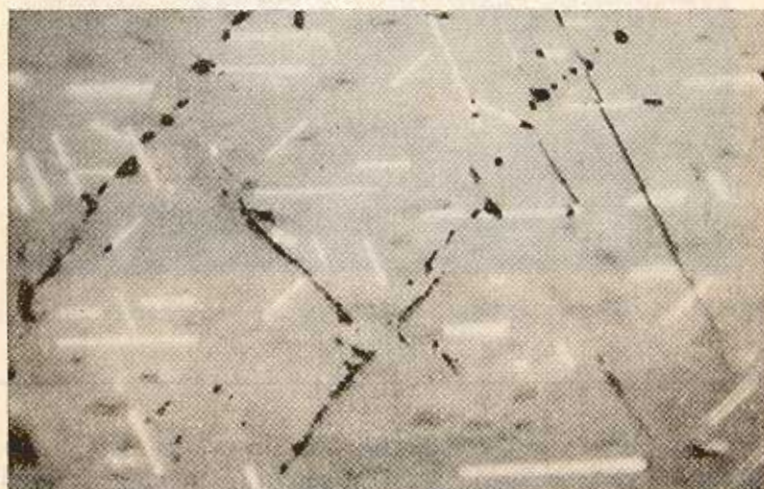
Προσπάθεια ποσοτικῆς ἀναλύσεως τοῦ ἐν ἀπομίξει ἐντὸς τῶν χρωμιτῶν ὑπάρχοντος ρουτιλίου (εἰκ. 5) δὲν ἔδωσεν ἱκανοποιητικὰ ἀποτελέσματα λόγῳ τοῦ σμικροτάτου μεγέθους αὐτῶν καὶ τοῦ ἐπηηρεασμοῦ τῶν ἀποτελεσμάτων ἐκ τοῦ περιβάλλοντος χρωμίτου.

Ἐπανελημμένοι μετρήσεις ἐπὶ τῶν ἀπομίξεων καὶ ἐκατέρωθεν τούτων ἔδωσαν σχέσιν Al : Cr σταθερὰν ἐνῶ ἡ σχέσις Fe : Cr μετεβάλλετο αὐξανομένη ἐπὶ τῶν ἀπομίξεων, γεγονός τὸ ὁποῖον πιστοποιεῖ ἀναντιρρήτως τὴν παρουσίαν Fe ἐντὸς αὐτῶν. Αἱ μετρηθεῖσαι τιμαὶ περιεκτικότητος εἰς Fe τῶν ἀπομίξεων τοῦ ρουτιλίου κυμαίνονται μεταξὺ 1 καὶ 4%.

Ἀναφορικῶς μὲ τὰς συνθήκας σχηματισμοῦ τοῦ περοβσκίτου οὗτος θεωρεῖται ὡς κατ' ἐξοχὴν ὄρυκτὸν τῶν ἀλκαλικῶν πετρωμάτων καὶ τῶν καρμπονατιτῶν καὶ συχνάκις ἀναφέρεται ὡς δευτερογενὲς ὄρυκτὸν τούτων ὁμοῦ μετὰ μελιλίθου, λευκίτου καὶ νεφελίνου (ZUSSMAN, 1972). Ἐπίσης ἔχει ἀναφερθῆ ἡ παρουσία περοβσκίτου εἰς διαβασικά πορφυριτικά πετρώματα ὡς ψευδομόρφωσις τοῦ Ιλμενίτου. Ὑπὸ τῆς ΔΗΜΟΥ (1971) ἐν Ἑλλάδι διαπιστοῦται ἡ παρουσία περοβσκίτου d-μορφῆς ἐντὸς ροδιγγιτῶν τῆς περιοχῆς Βερούας, ὡς προϊόντος ἀσβεστιτικῆς μετασωματώσεως τοῦ ρουτιλίου. Προκειμένου περὶ τοῦ περοβσκίτου τῆς περιοχῆς

Ροδιανής, ή παρουσία του έντος διατεταγμένων ζωνών του χρωμίτου υποδηλοῖ δευτερογενή προέλευσιν. Ὡς ἐκ τούτου οἱ παράγοντες οἱ ὅποιοι ἔδρασαν εἰς μεταγενέστερον στάδιον τῆς χρωμιτογενέσεως συνετέλεσαν ἀναμφιβόλως εἰς τὴν δημιουργίαν τῶν προϋποθέσεων σχηματισμοῦ τούτου.

Ὑπὸ τοῦ ΑΥΓΟΥΣΤΙΔΗ διὰ τὴν μελετωμένην περιοχὴν ἀναφέρεται ἡ ὕδροθερμικὴ δρᾶσις ἀποτέλεσμα τῆς ὁποίας εἶναι ὁ σχηματισμὸς ἰμηνίτου, τάλκου καὶ ἀνθρακικῶν ἀλάτων Mg καὶ Fe. Ἀφ' ἐτέρου εἰς τὴν περιοχὴν ταύτην ἐμφα-



Εἰκ. 5. Ἀπομίξεις ρουτιλίον ἐντὸς χρωμίτου Nicols // $\times 500$.

νίζονται εἰς μεγάλην ἔκτασιν ὑπὸ μορφὴν φλεβῶν οἱ ροδιγγίται, οἱ ὅποιοι κατὰ τὴν ΔΗΜΟΥ προέρχονται ἐκ γάββρων ἢ διαβασῶν καὶ ἡ γένεσις των ὀφείλεται εἰς τὴν δρᾶσιν διαλυμάτων. Ἀξιοσημείωτον διὰ τὴν μελετωμένην περιοχὴν εἶναι ἡ παρουσία ροδιγγιτῶν ἐν ἐπαφῇ μεταξὺ ταινιῶν συμπαγοῦς χρωμίτου. Τοῦτο θεωροῦμεν ὅτι ὀφείλεται εἰς τὴν ὑπαρξιν ρευστῆς φάσεως κατὰ τὴν ροδιγγιτίωσιν τῶν γάββρων, συνεπεία τῆς ὁποίας προκαλεῖται καὶ μετακίνησις ὑλικοῦ. Χημικὴ ἀνάλυσις ροδιγγίτου εὑρισκομένου ἐντὸς ταινιῶν χρωμίτου, πραγματοποιηθεῖσα ὑπὸ τῆς συναδέλφου δίδος Μ. ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ εἰς τὸ Χημείον τοῦ Ἐργαστηρίου Ὄρυκτολογίας - Πετρολογίας δίδεται εἰς τὸν πίνακα 2 :

Π Ι Ν Α Κ Ε 2.

Χημικὴ ἀνάλυσις ροδιγγίτου περιοχῆς Μότσαλη Ροδιανής.

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	TiO ₂	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O	H ₂ O
36,05	17,54	1,58	0,11	0,43	0,02	38,80	5,01	0,13	0,80

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω ἀνάγεται ὅτι ἡ γένεσις τοῦ περοβσκίτου συνδέεται τόσον μὲ τὰ φαινόμενα ἐξαλλοιώσεως τῶν χρωμιτῶν, ὅσον καὶ τὰ τοιαῦτα σχηματισμοῦ τῶν ροδιγιτῶν. Τὸ Τί προσφέρεται κατὰ τὴν ἐξαλλοίωσιν τῶν χρωμιτῶν εἴτε ἐκ τῶν ρουτιλίων τῶν ἀναμίξεων εἴτε ἐκ τοῦ Τί τοῦ πλέγματος αὐτῶν, ἐνῶ ἡ προσφορὰ τοῦ Ca συνδέεται μὲ τὰ φαινόμενα ροδιγιτιώσεως τῶν γάββρων τῆς περιοχῆς. Λαμβανομένου δὲ ὑπ' ὄψιν ὅτι ὁ σχηματισμὸς τῶν ροδιγιτῶν ἀποδίδεται εἰς τὴν δρᾶσιν διαλυμάτων (ΔΗΜΟΥ 1971), ὑδροθερμικὴν δὲ δρᾶσιν δέχεται καὶ ὁ ΑΥΓΟΥΣΤΙΔΗΣ διὰ τὸν σχηματισμὸν τάλκου, ἰλμενίτου καὶ ἀνθρακικῶν ἀλάτων Fe καὶ Mg καὶ ὁ σχηματισμὸς τοῦ περοβσκίτου θεωρεῖται ὑδροθερμικός. Ἄφ' ἐτέρου ἡ παρουσία μορφῶν ἀντικαταστάσεως τῶν ἰλμενιτῶν ὑπὸ τοῦ περοβσκίτου ὑποδηλοῖ σχηματισμὸν τοῦ ἰλμενίτου εἰς προγενέστερον στάδιον. Βεβαίως δὲν ἀπακλείεται καὶ ἡ δυνατότης σχηματισμοῦ τοῦ περοβσκίτου ἀπ' εὐθείας ἐκ τοῦ ρουτιλίου τῶν ἀπομίξεων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- AUGUSTIDIS, S. 1900.— Alteration of chromite. Ore microscopic observations on chromite-ores from Rodiani, Greece. *Neues Jahrb. Min., Abh* **94**, 890-904.
- ΔΗΜΟΥ, Ε. 1971.— Ἐπί τινων ἐμφανίσεων ροδιγιτῶν ἐν Ἑλλάδι. *Δελτ. Ἑλλην. Γεωλ. Ἑταιρ.* **VIII**, 142-162, Ἀθήναι, 1971.
- PARASKEVOPOULOS, G. 1969.— Rodingite in Serpentiniten von N. W - Thessalien, Griechenland. *Neues Jahrb. Min., Abh* **112**, 47-62.
- DEER, W. - HOWIE, R. and ZUSSMAN, J. 1972.— Rock forming minerals. Longmans Ltd, London.