

Nell'area studiata affiorano rocce metamorfiche attribuibili alla serie Orodoviciano-Silurica, presso il bordo meridionale del batolite granitico sardo-corso. Immediatamente a Sud del contatto ricorre un piccolo campo mineralizzato, costituito da tre filoni contigui a paragenesi semplice: quarzo-fluorite-barite-solfuri di Fe, Pb, Zn, Cu e tracce di carbonati. Le tre manifestazioni presentano differenze già all'analisi macroscopica, la più evidente delle quali è data dall'assenza di solfuri di Fe in una di esse.

L'analisi dei minerali metallici eseguita con microsonda elettronica SEMQ - ARL ha consentito di caratterizzare le tre manifestazioni sulla base dei contenuti di alcuni elementi minori, permettendo di attribuire loro geni dal punto di vista della composizione originaria dei fluidi mineralizzanti.

\* Istituto Giacimenti Minerali - Facoltà di Ingegneria - Cagliari.  
\*\* Geologo, Via Beccaredda n° 84 - Cagliari.

FRANCESCHELLI M.\* , MELLINI M.\* , MEMMI I.\*\* , RICCI C.A.\*\* - *Sudoite nelle rocce del Verrucano dell'Appennino Settentrionale: studio microstrutturale e mineralogico*

La sudoite è una clorite di/triottaedrica con formula ideale  $Mg_2Al_3AlSi_3O_{10}(OH)_8$ ; è stata spesso descritta in rocce di ambiente idrotermale e diagenetico e solo in due casi in rocce metamorfiche (vedasi la revisione di FRANSOLETTI e SCHREYER, Contr. Miner. Petr. 86, 1984).

Questo minerale è presente assai comunemente nelle rocce di origine clastica del Verrucano toscano anche se a tutt'oggi non era mai stato riconosciuto e segnalato.

Lo studio combinato al SEM con BSE e EDS condotto su alcune rocce del Verrucano della dorsale Monticiano-Roccastrada ha consentito di mettere in evidenza che la sudoite si ritrova in due distinte situazioni microstrutturali:

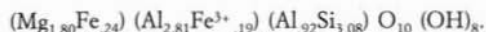
- in aggregati sub-paralleli con muscovite  $\pm$  pirofillite costituenti domini sino a millimetrici simili a porfiroclasti;
- nella matrice scistosa associata a muscovite, pirofillite e quarzo.

Nei porfiroclasti gli aggregati di sudoite, muscovite  $\pm$  pirofillite mostrano una notevole variabilità di forma, spessore e proporzioni modali. Gli aggregati con basso rapporto sudoite/mica sono di maggiori dimensioni (2-3 mm) ed i letti di sudoite paralleli alle sfaldature della mica presentano una forma a lente appiattita o a cuneo a spessore di pochi  $\mu$  m; all'aumentare del rapporto sudoite/mica si osserva una riduzione delle dimensioni degli aggregati e un incremento dello spessore dei letti di sudoite sino a oltre 10  $\mu$  m.

I letti negli aggregati sono tutti più o meno intensamente deformati, kink, microcrenolazioni, estinzione ondulata.

Analisi SED-EDS hanno rilevato che:

La sudoite è composizionalmente abbastanza omogenea intorno a:



La pirofillite è di composizione costantemente prossima a quella ideale.

La muscovite presenta invece notevoli variazioni di composizione, sia tra i diversi porfiroclasti come tra questi e la matrice che riguardano soprattutto: la sostituzione celadonitica (Mg, Fe) Si = 2Al,  $X_{Mg}$ , l'occupanza delle posizioni di interstrato e  $X_{Na}$ .

Alcune analisi risultano intermedie tra quelle delle suddette fasi suggeriscono una interlaminazione a scala anche inferiore a quella del  $\mu$  m (contaminazione analitica).

I dati composizionali e microstrutturali indicano che la sudoite e la pirofillite si sono formate su un minerale detritico, verosimilmente muscovite, del quale attualmente rimane solo la forma originaria.

Si ipotizza un meccanismo di reazione di sostituzione di tipo ionico con scambi (essenzialmente di alcali) tra matrice e gli aggregati dei porfiroclasti. In questa ipotesi i letti di muscovite nei porfiroclasti costituirebbero dei relitti dal punto di vista microstrutturale, ma la cui composizione sarebbe stata continuamente modificata durante il metamorfismo.

Tenuto conto della relativa difficoltà di identificazione è da ritenere che la sudoite sia molto più diffusa di quanto sinora accertato nelle rocce metamorfiche di basso grado. L'analisi delle relazioni di fase nel sistema semplificato  $MgO - Al_2O_3 - SiO_2 - H_2O$  mette in evidenza un ruolo molto importante di questo minerale nel metamorfismo di basso e bassissimo grado dei sistemi pelitici ricchi di Al (e relativamente poveri di Mg e Fe).

\* Dipartimento di Scienze della Terra e Centro di Studio per la Geologia Dinamica dell'Appennino Settentrionale - Pisa.  
\*\* Dipartimento di Scienze della Terra - Siena.

MOLIN G.M.\* - *Crystal-chemistry and evolution of orthopyroxenes of high-pressure ultramafic nodules: the newer volcanic suite of mts. Leura and Porndon, Victoria (Australia)*

A crystal-chemical study of orthopyroxene (opx) from hercynitic inclusions of high-pressure origin, conducted by X-ray structure refinement and microprobe analysis on natural and heated crystals, allowed investigation of the behaviour of opx response to increasing temperature (i.e. melting processes in the upper mantle). The selected opx are characterized by a moderate Mg-Fe<sup>2+</sup> variation (Mg ranging from 1.7 to 1.8 atoms per formula unit (afu) and by a relatively ample variation of trivalent ions R<sup>3+</sup> (R<sup>3+</sup> = Al<sup>VI</sup> + Fe<sup>3+</sup> + Cr + Ti) (0.11—0.01 afu) with dominant Al<sup>VI</sup>. The Fe<sup>2+</sup> is highly ordered in M2 site. The Mg/Mg + Fe<sup>2+</sup> ratio mg (mg: 0.91—0.94) is inversely related to Al<sup>VI</sup> and Al<sup>IV</sup> contents.

The M1 site is a quite regular octahedron largely filled by Mg (0.88—0.96 afu) characterized by low volume related to the high-pressure environment. As mg increases, site volume also increases due to the loss of the smallest Al<sup>VI</sup> ion.

The TA and TB tetrahedra (TA being smaller and

more distorted than TB) are linked in two distinct chains (A and B respectively). The TB tetrahedron is the only one in which Si- $Al^{IV}$  substitution takes place ( $Al^{IV}$ : 0.11—0.01 afu). Both TB-O bond lengths and TB volume increase strongly as Si- $Al^{IV}$  substitution takes place. The kinking angle of chains A and B (03-03-03) show opposite behaviour as mg increases; their variations (about  $1^\circ$ ) are related to the octahedral layer and inversely to TB sizes respectively.

The M2 site (the biggest and most distorted among opx sites) is described as a 4 + 2 coordinated polyhedron (DOMENIGHETTI, MOLIN and TAZZOLI, 1985, Amer. Miner. 70 987-995), largely filled by Mg (0.81—0.86 afu) and minor amounts of  $Fe^{2+}$  (0.16—0.12 afu) and Ca. Ample geometrical variations involve M2 site as mg increases, by shortening the four shortest (M2—01, M2—02) and lengthening the two longest M2—03 bond lengths.

*High-temperature disordering:* X-ray refinements carried out on two crystals, respectively the richest and poorest in  $R^{3+}$  ions, heated to 1050 and 1150  $^\circ C$ , allowed evaluation of the amount of Mg- $Fe^{2+}$  disorder and related structural modifications near 1 atm. melting point. For both crystals similar  $Fe^{2+}$  displacement from M2 to M1 was observed (0.015 afu, about 1/10 of the  $Fe^{2+}$  [M2]). This suggests that the structure of Mg-rich opx prefers an ordered partition even at high temperatures, not related to  $R^{3+}$  content. Moreover, the heated  $R^{3+}$  — richest crystal ( $R^{3+}$  = 0.100 afu) gives no geometrical evidence of disorder of trivalent ions between M1 and M2 in spite of: (a) the relevant amount of  $R^{3+}$ ; (b) the high temperature reached; (c) the low M2 volume. Similarly, disorder of  $Al^{IV}$  between TB and TA sites must be excluded.

*Petrological implications:* the behaviour of the Mts. Leura and Porndon opx suites highlights the principal implications of M1 and TB sites with temperature (i.e. mg increase). A comparison with the clinopyroxenes (cpx) of the same series (DAL NEGRO, CARBONIN, DOMENIGHETTI, MOLIN, CUNDARI and PICCIRILLO, 1984, Contr. Miner. Petrol. 86, 221-229) shows close relationships among M1 and T (TB) sites of both cpx and opx, the relationship  $Al^{VI}$ ,  $Al^{IV} \leftrightarrow Mg$  (M1), Si being confirmed. Instead, M2 site only partially depletes its  $Fe^{2+}$  in the opx ( $Fe^{2+}$  opx being about 10  $Fe^{2+}$  of the related cpx), never falling below 0.12 afu.

investigated by X-ray structure refinements and microprobe analysis. The main aim of this study was to evaluate crystal-chemical evidence which may be related to that of clinopyroxenes (cpx) of distinctive alkaline suites characterized by leucite or nepheline rock-types (DAL NEGRO et al., 1985, Journ. of Petrol., 26 1027-1040) (DAL NEGRO et al., 1986, Contr. Miner. Petrol. 92, 35-43). The investigated cpx are of salitic composition, characterized by relatively low Ca content (0.80—0.86 atoms per formula unit = afu), and generally Na-free.

The M2 eight-coordinated polyhedron, mainly filled by Ca and Na ions, shows volume variation (VM2) from about 25.5 to 25.7  $\text{\AA}^3$ , being distinctly smaller than that of cpx of leucite-bearing rocks (VM2 ranging from 25.7 to 26.0  $\text{\AA}^3$ ), essentially reflecting lower Ca content. On the other hand, cpx from nepheline-bearing basanites show a similar range in VM2 variation for Ca content similar to that of Sonda cpx. Notably, the single M2-O bond lengths indicate a different geometrical configuration for M2 site of Sonda cpx, referred to that of the other suites.

The M1 octahedron, mainly filled by Mg, shows a similar structural configuration in spite of its significant chemical variation: Mg ranging from 0.67 to 0.81 afu,  $Fe^{2+}$ (M1) from 0.03 to 0.20 afu, and trivalent ions from 0.11 to 0.21 afu. This is due to several possibilities of combining ions with different ionic radii so as to obtain M1 site configuration approaching that of diopside.

The tetrahedral T site configuration reflects the charge balance requirements of cpx composition. The substitution between divalent and trivalent ions in the M1 site requires Si- $Al^{IV}$  substitution in T site, M2 site generally being Na-free. The  $Al^{IV}$  content ranges from 0.13 to 0.20 afu, causing a lengthening of the T-O bond from 1.640 to 1.646  $\text{\AA}$  and a volume increase from 2.247 to 2.270  $\text{\AA}^3$ .

*Petrological implications:* on the basis of crystal-chemical considerations, a moderate «alkaline» character of the host magmas may be recognized in the Sonda cpx, mainly supported by the M2 site configuration (DAL NEGRO et al., 1982 in «Advances in Physical Geochemistry 2» Saxena ed. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 117-150). Moreover, a comparison between the M1 site crystal-chemistry of distinctive leucite — and nepheline — bearing lavas allows potassic affinity to be ascribed to the Sonda cpx, considering both the geometry and relatively high  $Fe^{3+}$  content (0.00—0.15 afu) of M1 site.

\* Istituto di Mineralogia e Petrologia Università di Padova.

\* Istituto di Mineralogia e Petrologia, Università di Padova.

MOLIN G.M.\*, SALVIULO G.\* - *Crystal-chemistry and site configuration of clinopyroxenes from volcanic rocks of Tambora and Sangeang Api Island, Sonda Arc.: a genetic comparison with distinctive alkaline rock clinopyroxenes*

OBERTI R.\*, ROSSI G.\* and BRITT M., MØRK E.\*\* - *Low degrees of order in omphacites from the Flemsføy Island, Western Horwý*

Clinopyroxenes from Sonda volcanic rocks (nepheline trachybasalts, phonolitic tephrite) and ejecta, were in-

Omphacites crystallize in the P2/n space group and are characterized by an ordered distribution of the large