

ΤΑ ΥΠΕΡΒΑΣΙΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΛΕΣΒΟΥ

Κ. Σερέλης* και Ε. Γκάρτζος*

ΣΥΝΟΨΗ

Τα υπερβασικά πετρώματα της Λέσβου ανήκουν στο Προανωκρητιδικό τεκτονικό κάλυμμα (Ηωελληνικό).

Οι χαρτζβουργίτες και οι Λερζόλιθοι καταλαμβάνουν την πρώτη θέση από πλευράς όγκου. Οι σερπεντινίτες καταλαμβάνουν την δεύτερη θέση, προέρχονται κυρίως από σερπεντινίωση χαρτζβουργιτών και Λερζολίθων, τοπικά δε διασχίζονται από γαββροειδείς φλέβες και πυροξενίτες.

Οι χαρτζβουργίτες και Λερζόλιθοι διατηρούν τον πρωταρχικό, πρωτολιθικό τους χαρακτήρα και παρουσιάζουν χαρακτηριστικά όμοια με περιδοτίτες ανώτερου μανδύα. Θεωρούνται προϊόντα τυπικού εκχυμωμένου ανώτερου μανδύα.

Στη βάση των υπερβασιτών απαντούν οφιολιθικά πέλματα μεταμορφωμένων πετρωμάτων.

Οι Cr-σπινέλιοι που απαντούν στους περιδοτίτες είναι πλούσιοι σε Al και υποδηλώνουν ως γεωτεκτονικό περιβάλλον γένεσής τους αντίστοιχο των οπισθοτόξιων λεκανών (BAB) ή μεσωκεάνειων ράχων (MORB).

ABSTRACT

The ultramafic rocks of Lesbos belong to the Pre-upper Cretaceous tectonic nappe (Eohellenic).

Harzburgites and Lherzolites occupy the largest part of the ultramafic complex. Serpentinities of hartzburgitic and Lherzolic origin are less abundant.

Well preserved Peridotites exhibit textures similar to those from upper mantle peridotites (tectonites), indicating that they are mantle, tectonized peridotites. Their chemical composition indicates a typical depleted upper mantle.

Subophiolitic metamorphic soles were observed at their base.

The Cr-spinels of Lesbos have MORB-BAB characteristics (Al-rich).

Using Chromian spinel as a petrogenetic indicator a BAB or MORB geotectonic environment is suggested, as the most probable, for the investigated rocks.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Λέσβος παρουσιάζει μεγάλο επιστημονικό ενδιαφέρον από οφιολιθική άποψη γιατί στην περιοχή της απαντούν αρκετά μεγάλες εμφανίσεις οφιολιθικών πετρωμάτων και είναι ο συνδετικός κρίκος της οφιολιθικής αλυσίδας που εκτείνεται από την ηπειρωτική Ελλάδα προς τη Μικρά Ασία διαμέσου του Αιγαίου πελάγους.

Οι οφιόλιθοι της Λέσβου αποτελούνται κυρίως από υπερβασικά πετρώματα. Η παρούσα πετρογραφική και γεωχημική μελέτη των πετρωμάτων αυτών σκοπεύει στον προσδιορισμό των πετρολογικών τύπων που απαντούν και στην εξαγωγή συμπερασμάτων που αφορούν το γεωτεκτονικό περιβάλλον προέλευσής τους.

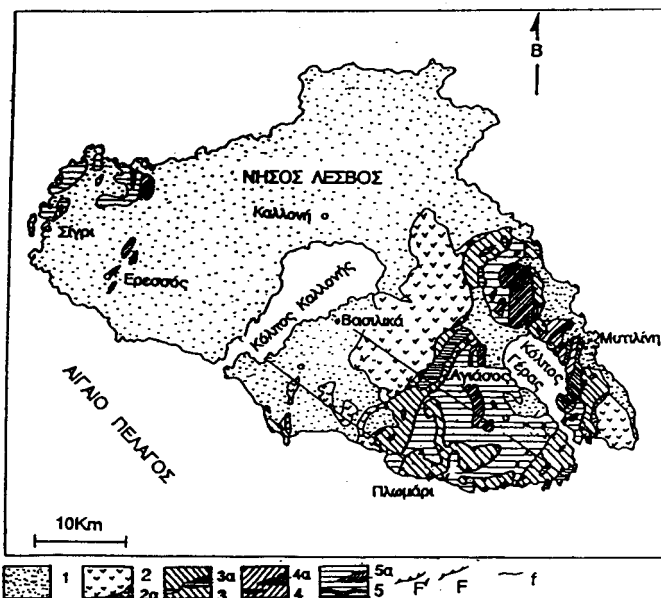
* Γεωογικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εργ. Ορυκτολογίας-Γεωλογίας.

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ

Τα οφιολιθικά πετρώματα της Λέσβου απαντούν στο νοτιοανατολικό τμήμα του νησιού και ανήκουν στο Προανωκρητιδικό τεκτονικό κάλυμμα (KATSIKATSOS et al., 1982). Τα υπερβασικά τους μέλη είναι από ελάχιστα έως πλήρως σερπεντινιωμένα κατά τόπους και κατανέμονται σε δύο κύριες μάζες. (Α) Μάζα Αμαλής στα Νότια της Μυτιλήνης με έκταση μικρότερη από 15Km² και (Β) μία μεγαλύτερη μάζα που έχει επίμηκες σχήμα και βρίσκεται ανάμεσα στους δύο κόλπους, του Γέρα και της Καλλονής (Σχ.1).

Αποκομμένα τμήματα υπερβασικών μαζών που είναι ισχυρά σερπεντινιωμένα και σχιστοποιημένα βρίσκονται νότια της μεγάλης μάζας.

Ο ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ (1986) περιγράφοντας γενικά την Λέσβο εκφράζει την άποψη για ανεξάρτητη ιδιόμορφη ενότητα, και αναφέρει ότι στη βόρεια Μ. Ασία (Ποντίδες) απαντώνται παρόμοιοι σχηματισμοί χωρίς να υπάρχει πλήρης αναλογία μεταξύ των δύο περιοχών.



Σχ. 1: Γεωλογικός χάρτης Λέσβου.

1: Τεταρτογενείς-Νεογενείς σχηματισμοί, 2: Περιδοτίτες και σερπεντινίτες, 2α: Αμφιβολίτες - αμφιβολιτικοί σχιστόλιθοι, 3: Τριαδικό μεταβασίτες και μετακλαστικοί σχηματισμοί, 3α: Εγκλείσματα κρυσταλλικών ανθρακικών πετρωμάτων, 4: Τριαδικό σχιστόλιθοι και μεταψαμμίτες, 4α: Εγκλείσματα κρυσταλλικών ανθρακικών πετρωμάτων, 5: Νεοπαλαιοζωικοί σχιστόλιθοι και μεταψαμμίτες, 5α: Εγκλείσματα κρυσταλλικών ανθρακικών πετρωμάτων.

F, F' : Επωθήσεις, f : Τεκτονική επαφή.

Fig. 1: Geological map of Lesbos.

1: Quaternary - Neogene formations, 2: Peridotites and serpentinites, 2a: Amphibolites - Amphibole schists, 3: Triassic metabasites and metaclastic formations, 3a: Intercalations of crystalline carbonates, 4: Triassic schists and metasandstones, 4a: Intercalations of crystalline carbonates, 5: Neopaleozoic schists and metasandstones, 5a: Intercalations of crystalline carbonate rocks. F, F': Overthrusts, f : Tectonic contact.

Κατά τους KATSIKATSOS et al. (1986) οι σχηματισμοί της Πελαγονικής ζώνης, οι οποίοι είναι αμεταμόρφωτοι στην περιοχή της Εύβοιας και της Αττικής, εκτείνονται και στην περιοχή της Λέσβου και Χίου.

Στην γεωλογική κατασκευή της Λέσβου γενικά παίρνουν μέρος από τα ανώτερα προς τα χαμηλότερα στρώματα οι ακόλουθοι σχηματισμοί (KATSIKATSOS et al., 1982; KATSIKATSOS et al., 1986; Σχ. 1):

ΜΕΤΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

1. Τεταρτογενείς - Νεογενείς σχηματισμοί

ΑΛΛΟΧΘΟΝΗ ΣΕΙΡΑ ΑΛΠΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

Οφιολιθικό κάλυμμα

2. Περιδοτίτες - σερπεντινίτες

2.α. Αμφιβολίτες - αμφιβολιτικοί σχιστόλιθοι

Κάλυμμα ηφαιστειοϊζηματογενούς σειράς

3. Τριαδική μεταβασίτες και μετακλαστικοί σχηματισμοί

3.α. Εγκλείσματα κρυσταλλικών ανθρακικών πετρωμάτων

ΑΥΤΟΧΘΟΝΗ ΣΕΙΡΑ

4. Τριαδικοί σχιστόλιθοι και μεταψαμμίτες

4.α. Εγκλείσματα κρυσταλλικών ανθρακικών πετρωμάτων

5. Νεοπαλαιοζωικοί σχιστόλιθοι και μεταψαμμίτες

5.α. Εγκλείσματα κρυσταλλικών ανθρακικών πετρωμάτων

Το οφιολιθικό κάλυμμα βρίσκεται επωημένο κατά το μεγαλύτερο μέρος του επάνω στους σχηματισμούς της ηφαιστειοϊζηματογενούς σειράς και διακρίνονται δύο μέλη τα οποία βρίσκονται σε τεκτονική σχέση μεταξύ τους. Ανώτερο μέλος με υπερβασίτες και κατώτερο το οποίο απαντά στη βάση του προηγούμενου από αμφιβολίτες. Το ανώτερο μέλος αντιπροσωπεύει τον κύριο όγκο του οφιολιθικού καλύμματος και αποτελείται κυρίως από περιδοτίτες και σερπεντινίτες. Το πάχος του φθάνει τα 1000 μ. Τα πετρώματα αυτά είναι τεκτονισμένα μυλονιτωμένα και ισχυρά σερπεντινωμένα ιδιαίτερα στη βάση τους. Το δεύτερο, κατώτερο, μέλος αποτελείται από σχιστοποιημένους όρθοαμφιβολίτες και αμφιβολιτικούς σχιστόλιθους (ΓΚΑΡΤΖΟΣ κ.ά., υπό εκτύπωση). Πρόκειται για εμφανίσεις που χαρακτηρίζονται ως "υποοφιολιθικά μεταμορφικά πέλαμα" (subophiolitic metamorphic soles). Αυτά έχουν περιγραφεί και σε άλλες περιοχές της Ελλάδος, με ηλικίες 160- 180 Ma (SPRAY & RODDICK 1980, KOEPKE et al. 1985).

ΥΠΕΡΒΑΣΙΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ

Στα υπερβασικά πετρώματα της Λέσβου έγινε χαρτογράφηση και δειγματοληψία σε γενική κλίμακα 1:20.000. Λεπτές τομές των δειγμάτων εξετάστηκαν στο μικροσκόπιο για προσδιορισμό του ιστού και της ορυκτολογικής σύστασης των υπερβασικών πετρωμάτων της Λέσβου. Αντιπροσωπευτικά δείγματα αναλύθηκαν (μέθοδος XRF, Ομοσπονδιακό Πολυτεχνείο Ζυρίχης, ETH) για κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία. Επίσης έγιναν μικροαναλύσεις των κυριωτέρων ορυκτών (Πανεπιστήμιο Αμβούργου).

Από τα παραπάνω διαπιστώθηκε ότι οι υπερβασίτες αποτελούνται κυρίως από χαρτζβουργίτες, λερζόλιθους και σερπεντινίτες. Οι σερπεντινίτες προέρχονται από σερπεντινίωση των προηγούμενων πετρωμάτων. Επίσης απαντούν μικρά δουνιτικά σώματα από τα οποία τα περισσότερα βρίσκονται σε πλήρη αποδιοργάνωση και εξαλλοίωση.

Οι σερπεντινίτες γενικά απαντούν στο κατώτερο μέρος των υπερβασιτών. Τα στρωματογραφικά ανώτερα μέλη των σερπεντινιτών είναι συμπαγή και φέρουν βασίτες ενώ τα κατώτερα είναι έντονα σχιστοποιημένα.

Οι χαρτζβουργίτες της Λέσβου που εμφανίζονται και στις δύο κύριες μάζες Αμαλής και Αγιάσου, έχουν ορυκτολογική σύσταση με τα παρακάτω όρια διακύμανσης για κάθε ορυκτό : ολιβίνη 75-85%, ορθοπυρόξενο 15-20%, κλινοπυρόξενο 1-3% και σπινέλιο 0.5-1%. Οι λερζόλιθοι που επίσης εμφανίζονται και στις δύο περιοχές

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

Πιν. 1: Αναλύσεις ορυκτών των υπερβασικών πετρωμάτων Λέσβου.

ΟΛΙΒΙΝΕΣ								
Δείγμα	23-76	23-77	23-78	23-88	49-55	49-69	71-17	71-27
SiO ₂	40.22	39.88	39.70	39.89	39.91	40.03	40.13	40.43
FeO*	10.53	10.33	10.28	10.65	10.39	10.54	9.55	9.83
MnO	0.15	0.18	0.16	0.16	0.18	0.16	0.11	0.14
MgO	50.42	50.96	51.04	50.48	50.79	50.77	50.33	50.56
NiO	-	-	-	-	0.36	0.22	0.22	0.28
Σύνολο	101.3	101.3	101.2	101.2	101.5	101.7	100.4	101.2
Αριθμός κατιόντων στη βάση των 4 Ο (οξυγόνων)								
Si	0.978	0.967	0.967	0.970	0.969	0.971	0.981	0.981
Fe	0.214	0.211	0.209	0.218	0.211	0.214	0.195	0.199
Mn	0.003	0.004	0.003	0.003	0.004	0.003	0.002	0.003
Mg	1.827	1.852	1.853	1.839	1.839	1.836	1.835	1.829
Fo %	89.52	89.77	89.86	89.40	89.71	89.56	90.40	90.19
ΚΛΙΝΟΠΥΡΡΟΣΕΝΙ								
Δείγμα	23-79	23-80	23-5	23-6	25-8	49-47	49-49	31-46
SiO ₂	51.39	51.34	55.20	55.42	54.50	51.05	51.40	52.92
Al ₂ O ₃	3.91	4.10	3.32	3.45	3.75	3.28	3.29	1.73
FeO*	2.18	2.35	6.80	6.78	6.53	2.58	2.52	2.27
MnO	0.44	0.36	0.12	0.17	0.16	0.30	0.28	0.08
MgO	17.14	17.01	34.69	34.57	33.27	16.80	16.79	18.35
CaO	24.38	24.22	0.56	0.07	1.25	23.71	23.94	24.04
Na ₂ O	0.25	0.31	-	-	-	0.21	0.20	0.11
TiO ₂	0.44	0.36	0.11	0.10	0.10	0.30	0.28	0.33
Cr ₂ O ₃	0.58	0.61	0.31	0.35	0.40	0.69	0.74	0.51
Σύνολο	100.3	100.3	101.2	101.4	99.9	98.7	99.2	100.0
Αριθμός κατιόντων στη βάση των 6 Ο (οξυγόνων)								
Si	1.867	1.866	1.894	1.900	1.892	1.887	1.890	1.922
Al(IV)	0.133	0.134	0.106	0.099	0.107	0.112	0.109	0.074
Al(VI)	0.034	0.042	0.028	0.040	0.046	0.030	0.033	-
Fe ²⁺	0.066	0.071	0.131	0.150	0.139	0.037	0.010	0.020
Fe ³⁺	-	-	0.064	0.044	0.051	0.043	0.067	0.048
Mn	0.013	0.011	0.003	0.005	0.005	0.009	0.008	0.002
Mg	0.928	0.921	1.774	1.767	1.722	1.926	0.920	0.993
Ca	0.949	0.943	0.028	0.002	0.046	0.039	0.942	0.935
Na	0.017	0.022	-	-	-	0.015	0.014	0.008
Ti	0.012	0.010	0.003	0.002	0.002	0.008	0.007	0.009
Cr	0.017	0.017	0.008	0.009	0.011	0.020	0.021	0.015
ΟΡΘΟΠΥΡΡΟΣΕΝΙ								
Δείγμα	23-82	23-83	23-84	49-42	49-43	49-54	49-56	49-67
SiO ₂	53.94	53.17	53.98	53.96	63.97	55.86	55.55	54.30
Al ₂ O ₃	4.73	5.14	5.55	3.91	3.70	1.71	2.52	3.65
FeO*	6.78	5.86	6.63	6.87	6.95	7.15	6.78	7.02
MnO	0.13	0.14	0.12	0.19	0.17	0.19	0.15	0.16
MgO	34.35	30.86	33.81	34.10	34.71	35.57	35.18	34.10
CaO	0.46	5.38	1.43	0.63	0.51	0.43	0.51	0.86
TiO ₂	0.09	0.23	0.14	0.11	0.10	0.06	0.09	0.10
Cr ₂ O ₃	0.64	0.74	0.60	0.53	0.55	0.19	0.40	0.51
NiO	-	-	-	0.05	0.05	0.05	0.07	0.08
Σύνολο	101.3	101.6	101.2	100.4	100.2	101.2	101.3	100.8
Αριθμός κατιόντων στη βάση των 6 Ο (οξυγόνων)								
Si	1.853	1.841	1.836	1.870	1.982	1.918	1.904	1.876
Al(IV)	0.147	0.159	0.164	0.129	0.017	0.070	0.095	0.148
Al(VI)	0.044	0.049	0.052	0.030	0.118	0.000	0.006	0.025
Fe ²⁺	0.114	0.089	0.108	0.120	0.180	0.134	0.120	0.123
Fe ³⁺	0.081	0.080	0.081	0.078	0.000	0.061	0.073	0.079
Mn	0.038	0.004	0.003	0.005	0.004	0.005	0.004	0.005
Mg	1.759	1.592	1.717	1.762	1.604	1.820	1.798	1.756
Ca	0.017	0.199	0.052	0.023	0.017	0.016	0.019	0.032
Na	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ti	0.002	0.004	0.003	0.003	0.002	0.001	0.002	0.003
Cr	0.017	0.017	0.016	0.014	0.013	0.005	0.011	0.014
Ni	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002
ΚΑΤΙΟΝΤΑ %								
Mg %	87.60	81.05	87.55	88.63	88.86	89.39	89.27	88.02
Fe ²⁺ +Mn %	11.60	8.82	9.79	10.21	10.19	9.82	9.78	10.37
Ca %	0.80	10.13	2.65	1.15	0.94	0.79	0.94	1.60

έχουν παρόμοια ορυκτολογική σύσταση με τους χαρτζβουργίτες, διαφέρουν κυρίως κατά το ποσοστό των κλινοπυροξένων που κυμαίνεται μεταξύ 5-8 % κ.ό., το μέγεθος των κρυστάλλων των κλινοπυροξένων φθάνει τα 5mm. Μικροαναλύσεις των πιν. 2: Αναλύσεις σπινελίων των υπερβασικών της Ν. Λέσβου.

Δείγμα	49-52	49-53	31-42	31-43	31-47	31-48
SiO ₂	0.01	0.02	0.02	-	-	-
FeO*	17.10	15.62	19.02	19.21	18.68	18.38
Al ₂ O ₃	43.42	47.86	28.31	28.03	29.20	30.34
MgO	16.88	18.20	13.96	13.80	14.15	14.46
Cr ₂ O ₃	22.47	18.18	38.09	38.30	37.22	36.13
Σύνολο	99.88	99.88	98.40	98.34	99.25	99.21

Αριθμός κατιόντων στη βάση των 4 Ο(οξυγόνων)

Si	0	0	0	0	0	0
Fe	0.400	0.357	0.482	0.488	0.472	0.461
Al	1.433	1.542	1.011	1.004	1.039	1.072
Mg	0.704	0.721	0.638	0.625	0.637	0.646
Cr	0.497	0.393	0.913	0.920	0.888	0.856

Fe ²⁺	0.296	0.279	0.362	0.375	0.363	0.354
Fe ³⁺	0.104	0.078	0.120	0.113	0.109	0.107
Fe ³⁺ /Cr+Al+Fe ³⁺	0.051	0.038	0.058	0.055	0.053	0.052
Cr/Cr+Al	0.257	0.203	0.474	0.478	0.461	0.442
Mg/Mg+Fe ²⁺	0.704	0.721	0.638	0.625	0.637	0.646
Cr/Cr+Al+Fe ³⁺	0.244	0.195	0.448	0.451	0.436	0.421

παραπάνω ορυκτών παρουσιάζονται στους πίνακες 1 & 2.

Οι λερζόλιθοι χαρακτηρίζονται από την παρουσία Cr-σπινελίου και την απουσία πλαγιοκλάστου. Επίσης στην ορυκτολογική τους σύσταση ο κλινοπυροξένος κυμαίνεται από 5 έως 8 %, δηλαδή μόλις υπερβαίνει το 5% που αποτελεί το όριο διάκρισης μεταξύ χαρτζβουργιτών και λερζολίθων.

Γενικά οι παραπάνω περιδοτίτες είναι συμπαγείς με ελαφρά σερπεντινίωση και αποτελούν τον πλέον διαδεδομένο πετρογραφικό τύπο. Αυτοί διατηρούν χαρακτηριστικά παρόμοια με εκείνα των περιδοτιτών του ανώτερου μανδύα. Διακρίνονται δύο τύποι ιστών, πορφυροκλαστικός (porphyroclastic) και πρωτοκοκκώδης (protogranular). Στον πρώτο παρατηρούνται κάμπεις πορφυροκλαστών ιδίως πυροξένων (Σχ. 2). Γωνιάσεις (Kink bands), θραυσμοί και φαινόμενα κυματοειδούς κατάβρασης στους κλάστες του ολιβίνη και των πυροξένων. Οι πορφυροκλάστες περιβάλλονται από θεμελιώδη μάζα η οποία σε ορισμένα δείγματα φθάνει το 50 % του όγκου του πετρώματος και αποτελείται κυρίως από μικρούς κρυστάλλους ολιβίνη και πυροξένων. Στον δεύτερο τύπο (πρωτοκοκκώδη) παρατηρούνται ισοκοκκώδεις δομές (μέγεθος κρυστάλλων 5 έως 10 mm) και σε ορισμένες περιπτώσεις ελαφρά τάση προσανατολισμού των ορυκτολογικών συστατικών.

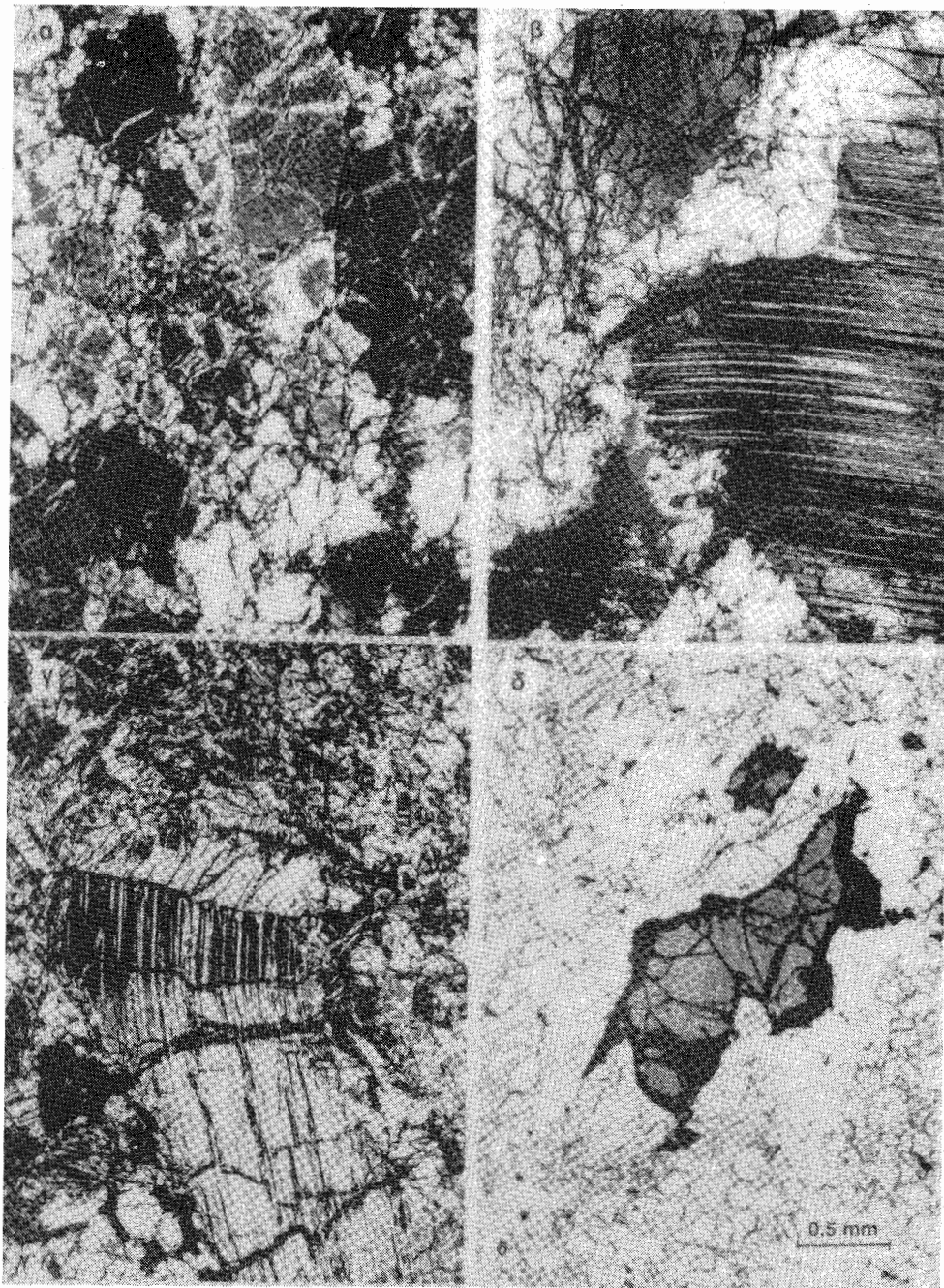
Κατά τους MERCIER & NICOLAS (1975) είναι δυνατόν με την επίδραση τάσεων και κάτω από συνθήκες near solidus έως hypersolidus να δημιουργηθούν πορφυροκλάστες και νεοβλάστες. Φυσικό είναι αυτοί οι πορφυροκλάστες να είναι πλαστικά παραμορφωμένοι και επιμηκυσμένοι υπολειμματικοί κρύσταλλοι του αρχικού ιστού.

Όταν ο πορφυροκλαστικός ιστός μετατραπεί πλήρως σε γρानοβλαστικό έχουμε περίπτωση γρανουλιτών (HARTE, 1977), αλλά τέτοιος ιστός δεν παρατηρήθηκε στα υπερβασικά πετρώματα της Λέσβου.

Η πλαστική παραμόρφωση στην ασθενόσφαιρα - λιθόσφαιρα (θερμοκρασίες 1200 έως 1350 °C) είναι αποτέλεσμα πλαστικής ροής και η διεύθυνσή της είναι παράλληλη στη ροή (MERCIER & NICOLA, 1975).

Οι χαρτζβουργίτες κατά θέσεις παρουσιάζουν ψευδόστρωση λόγω της συγκέντρωσης του ορθοπυροξένου κατά ζώνες και του επιλεκτικού προσανατολισμού του.

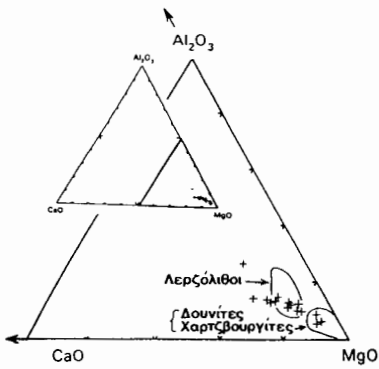
Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.



Σχ. 2: Μικροφωτογραφίες χαρτζβουργίτη. α, β, γ (+ nicols) & δ (//nicols). Στη β & γ διακρίνονται πορφυροκλάστες ορθοπυρόξενου με απόμιξη κλινοπυρόξενου. α: διακρίνονται επιμήκεις, θραυσμένοι κρύσταλλοι ολιβίνη. δ: διακρίνεται ξενόμορφος κρύσταλλος Cr-σπινέλιου.

Fig. 2: Microphotographs of harzburgites. α, β, γ (+ nicols) & δ (//nic.). Porphyroclasts of orthopyroxene with exolution lamellae of clinopyroxene. α : Long deformed crystals of olivine. δ: Anhedral Cr-spinel in the central part of the picture.

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας. Α.Π.Θ.



Σχ.3: Προβολή των περιδοιτιτών της Λέσβου στο Διάγραμμα CaO-MgO-Al₂O₃.

Fig. 3: Plot of the peridotites of Lesvos in Diagramm CaO-MgO-Al₂O₃.

συνεχή γραμμή τα πεδία προβολής των χαρτζβουργιτών και λερζολίθων της Δυτικής και Ανατολικής Μεσογείου όπως ορίσθηκαν από τους NICOLAS and JACKSON (1972). Οι χαρτζβουργίτες προβάλλονται πολύ κοντά στην κορυφή MgO και μάλιστα μέσα στο πεδίο προβολής των χαρτζβουργιτών της Μεσογείου. Τα σημεία προβολής των λερζολίθων είναι περισσότερο απομακρυσμένα από την κορυφή MgO λόγω της υψηλότερης συγκέντρωσης CaO και Al₂O₃ στα πετρώματα αυτά και τα περισσότερα πέφτουν μέσα στο πεδίο προβολής των λερζολίθων της Μεσογείου των NICOLAS et al. (1972).

Όπως βλέπουμε στον πίνακα 3 οι συγκεντρώσεις των περισσότερων ιχνοστοιχείων είναι κάτω από το όριο ανίχνευσης υποδηλώνοντας ότι πρόκειται για υπολλειμματικούς περιδοιτίτες.

Τα στοιχεία Mg, Ni, Cr, εμφανίζουν αρνητική συσχέτιση έναντι του Ca., ενώ το Al συσχετίζεται θετικά με το Ca.

ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ

Για τον προσδιορισμό του γεωτεκτονικού περιβάλλοντος που δημιουργήθηκαν τα περιδοιτιτικά πετρώματα της Λέσβου κάναμε χρήση των Cr-σπινελίων που απαντούν στα πετρώματα αυτά και τους συγκρίναμε με Cr-σπινέλιους που απαντούν σε γνωστά σημερινά γεωτεκτονικά περιβάλλοντα.

Στο διάγραμμα Cr/Cr+Al vs Mg/Mg+Fe του σχήματος 4B οι Cr-σπινέλιοι της Λέσβου (τρίγωνα) προβάλλονται στο κάτω μέρος του διαγράμματος, δηλαδή στην περιοχή που προβάλλονται οι πλούσιοι σε Al σπινέλιοι. Στο κέντρο του πεδίου τους αντιστοιχεί τιμή 0.4 του λόγου Cr/Cr+Al.

Για σύγκριση των Cr-σπινελίων της Λέσβου με τους Cr-σπινέλιους που απαντούν σε γνωστά σημερινά γεωτεκτονικά περιβάλλοντα σημειώνονται τα πεδία προβολής των τελευταίων μέσα στο ίδιο διάγραμμα. Τα στοιχεία για τον καθορισμό των πεδίων αυτών προέρχονται από τους DICK and BRYAN (1979), DICK and BULLEN (1984), and CAMERON et al. (1979).). Οι Cr-σπινέλιοι που απαντούν σε πετρώματα τύπου MORB από την μεσωκεάνεια ράχη του Ατλαντικού προβάλλονται στο κάτω μέρος του διαγράμματος Β (Σχ.4) όπου το πεδίο τους σημειώνεται με συνεχή

Μέσα στους ορθοπυρόξενους συχνά απαντούν κλινοπυρόξενιοι υπό μορφή ελασμάτων απόμιξης που είναι παράλληλα προς το επίπεδο 100.

Οι κρύσταλλοι των Cr-σπινελίων είναι αλλοτριόμορφοι και έχουν μέγεθος συνήθως 1-3 χιλ. (Σχ.2). Το χρώμα τους είναι καστανό. Περιφερειακά και σε μικρορωγμές όμως γίνεται βαθύ καστανό λόγω εξαλλοίωσης. Οι μεγαλύτεροι κόκκοι υπό την επίδραση έντονης παραμόρφωσης διαμελίζονται δημιουργώντας προσανατολισμένα συσσωματώματα. Οι σπινέλιοι είναι Al-πλούσιοι (Πιν.2,).

Τα δευτερογενή ορυκτά που απαντούν στους περιδοιτίτες της Λέσβου είναι : τάλκης, χλωρίτης και σπανιότερα άχρωμος έως ελαφρά πρασινίζων αμφίβολος (τρεμολίτης).

Χημικός περιδοιτιτικός πετρωμάτων

Οι χημικές αναλύσεις των πετρωμάτων αυτών παρουσιάζονται στον πίνακα 3 και έχουν προβληθεί στο τριγωνικό διάγραμμα CaO - MgO - Al₂O₃ του σχήματος 3. Στο διάγραμμα αυτό σημειώνονται με

Πίν. 3: Χημικές αναλύσεις υπερβασικών πετρωμάτων Λέσβου.

Δείγμα	LS ₁	LS ₂	LS3	LS4	LS5	LS6	LS7	LS8
SiO ₂	41.75	42.10	39.80	41.70	40.10	41.80	42.30	41.70
Al ₂ O ₃	2.95	2.75	1.35	1.20	1.70	2.95	2.75	3.20
Fe ₂ O ₃	2.20	2.00	2.90	2.85	5.15	1.55	0.85	1.05
FeO	4.70	5.70	5.10	5.15	2.75	6.30	7.15	6.95
MnO	0.15	0.15	0.10	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
MgO	34.20	35.70	40.40	39.45	36.55	36.20	37.85	37.40
CaO	4.65	3.30	1.10	1.45	1.10	3.95	2.60	3.15
TiO ₂	0.10	0.10	0.10	0.05	0.05	0.15	0.10	0.10
H ₂ O ⁺	7.50	7.25	8.30	6.90	10.80	6.35	5.40	5.70
H ₂ O ⁻	0.50	0.40	0.50	0.70	0.95	0.20	0.25	0.25
CO ₂	0.25	0.10	0.30	0.45	0.35	0.15	0.10	0.15
Σύνολο	98.95	99.55	99.95	100.0	99.65	99.75	99.50	99.80
Mg*	0.84	0.83	0.84	0.84	0.83	0.82	0.83	0.83

-----Ιχνοστ. ppm-----

Sc	22	14	11	13	14	22	14	28
V	118	77	35	44	57	95	61	75
Cr	3.550	2.512	2.279	2.618	2.679	3.240	2.269	2.766
Ni	1.825	1.880	2.290	2.214	2.079	2.010	2.039	1.971
Cu	7	9	6	15	11	33	16	10
Zn	46	33	35	31	37	47	45	36
Sr	33	27	5	8	6	16	6	17
Y	41	22	17	15	5	15	14	-
Zr	109	59	58	46	22	34	38	-
Nb	23	15	5	12	7	13	17	10
Ba	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
La	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Ce	4	16	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Nd	27	15	7	<10	<10	<10	<10	<10

Δείγμα	Se. 23	Se23A	Se-72	Se-74	Se-75	Se-80	Se-82	Se-48
SiO ₂	42.45	42.65	40.70	42.85	42.55	44.85	42.85	44.10
Al ₂ O ₃	2.10	2.10	2.45	2.35	2.65	5.75	2.20	2.60
Fe ₂ O _{3ολ}	9.05	10.15	7.70	8.60	8.40	8.15	9.10	9.30
MnO	0.10	0.15	0.10	0.15	0.15	0.10	0.15	0.15
MgO	39.35	38.90	35.65	36.90	35.45	33.50	39.80	38.20
CaO	2.05	2.15	1.85	2.75	3.70	4.30	2.40	2.55
TiO ₂	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.10
H ₂ O ⁺	3.85	3.20	10.90	6.55	6.60	2.50	2.70	2.30
Cr ₂ O ₃	0.40	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.40	0.35
CO ₂	0.15	0.20	0.20	0.10	0.15	0.15	0.20	0.20
NiO	0.35	0.30	0.30	0.30	0.30	0.25	0.35	0.30
Σύνολο	99.90	100.2	100.2	100.9	100.3	99.90	100.2	100.0
Mg*	0.862	0.811	0.852	0.861	0.858	0.855	0.846	0.825

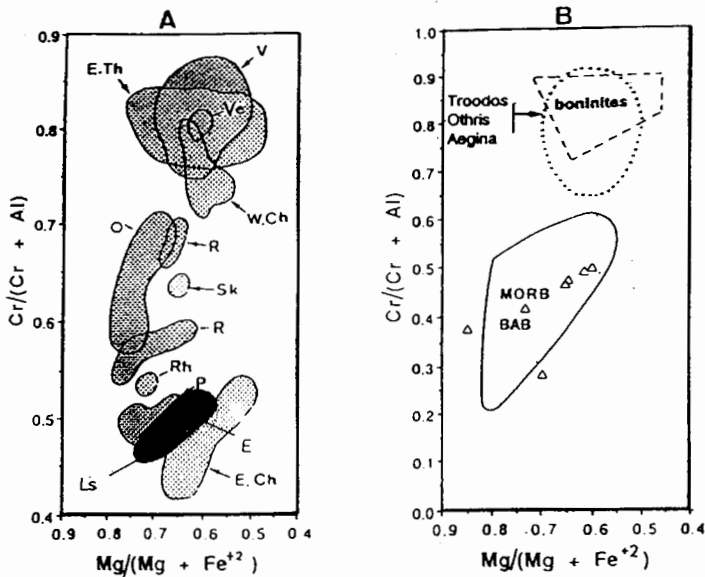
-----Ιχνοστ. ppm-----

Ba	201	231	<10	31	55	59	88	91
Sr	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
Nb	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4
La	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Nd	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25
Y	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Zr	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
V	62	61	65	64	65	71	66	73
Cr	2816	2677	2360	2415	2399	2582	2849	2645
Ni	1989	2032	1755	1899	1869	1622	1987	1938
Co	103	120	77	88	90	87	107	106
Cu	3	13	<3	11	22	17	<3	13
Zn	39	43	36	37	35	39	43	45
Sc	12	11	13	12	11	14	13	15
S	<50	64	761	<50	<50	<50	<50	<50

Mg* = MgO/MgO+FeO+0.9Fe₂O₃

Na₂O<0.01%, K₂O<0.01, P₂O₅<0.01 (κ.β%).

Ga<5ppm, Rb<8, Ce<15, Pb<5, F<10, Th<5, U<10. (ppm)



Εχ. 4: Α: Προβολή Cr-σπινελίων από διάφορες Ελληνικές οφιολιθικές μάζες στο Διαγράμματα Cr/(Cr+Al vs Mg/(Mg+Fe⁺⁺).

E.Th.: Αν. Θεσσαλία; V: Βούρινο; Ve: Βέρμιο; W.Ch: Δ. Χαλκιδική; O: Οθρυς; R: Ροδιανή; Sk: Σκύρος; Rh: Ρόδος; P: Πίνδος; E: Εύβοια; E.Ch: Αν. Χαλκιδική; Ls: Λέσβος.

Β: Προβολή των Cr-σπινελίων της Λέσβου στο διάγραμμα Cr/(Cr+Al vs Mg/(Mg+Fe⁺⁺).

Fig. 4: Α: Plot of Cr-spinels from Known Greek ophiolites in the Diagram Cr/(Cr+Al vs Mg/(Mg+Fe⁺⁺).

E.Th: East Thessaly; V: Vourino; Ve: Vermio; W.Ch: West Chalkidiki; O: Othris; R: Rodiani; Sk: Skiros; Rh: Rhodes; P: Pindos; E: Evia; E.Ch: East Chalkidiki; Ls: Lesvos.

Β: Plot of Cr-spinels from Lesvos in the Diagram Cr/(Cr+Al vs Mg/(Mg+Fe⁺⁺).

γραμμή. Στο ίδιο πεδίο προβάλλονται και οι προερχόμενοι από BAB. Στο κέντρο του πεδίου προβολής τους αντιστοιχεί τιμή 0.45 του λόγου Cr/Cr+Al. Αντίθετα, οι Cr-σπινέλιοι που προέρχονται από γεωτεκτονικό περιβάλλον Island Arc προβάλλονται στο επάνω μέρος του διαγράμματος όπου το πεδίο τους σημειώνεται με διακεκομμένη γραμμή. Στο κέντρο του πεδίου προβολής τους αντιστοιχεί τιμή 0.8 του λόγου Cr/Cr+Al. Επίσης με στικτή γραμμή σημειώνεται το πεδίο προβολής Cr-σπινελίων με χαρακτηριστικά island arc από γνωστές οφιολιθικές μάζες της Ελλάδας και Κύπρου (DIETRICH et al., 1987 and CAMERON, W. E., 1985).

Παρατηρούμε ότι το πεδίο προβολής των Cr-σπινελίων της Λέσβου συμπίπτει με το πεδίο των Cr-σπινελίων από σημερινές μεσωκεάνειες ράχες και οπισθοτόξιες λεκάνες.

Σε περιβάλλον μεσωκεάνειων ράχων (MORB) και οπισθοτόξιων λεκανών (BAB), μερική τήξη σπινελίου λερζόλιθου ή ε-

λαφρώς εκχυμωμένοι λερζόλιθου παράγει τήγμα το οποίο είναι σχετικά πλούσιο σε Al και αφήνει πίσω του ένα υπολειμματικό δύστηκτο χαρτζβουργιτικό ανώτερο μανδύα. Το τήγμα σχηματίζει σωρευτικά πετρώματα (π.χ. δουνίτες) με Cr-σπινέλιους σχετικά πλούσιους σε Al και πτωχούς σε Cr (GREEN et al., 1967; DICK and BULLEN, 1984).

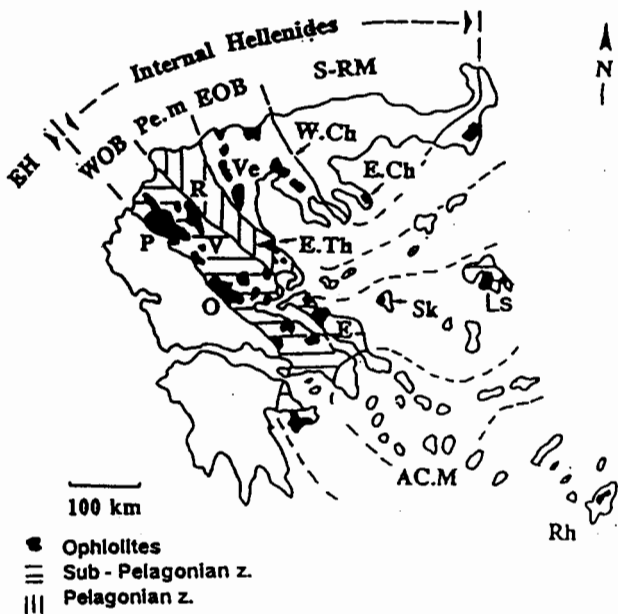
Σε περιβάλλον νησιωτικού τόξου (island-arc), η μερική τήξη πιθανόν ξεκινάει με εκχυμωμένο λερζόλιθο ή χαρτζβουργίτη και παράγεται μπονινιτικό τήγμα φτωχό σε Al και Ca. Σωρευτικά πετρώματα (δουνίτες) με Cr-πλούσιους σπινέλιους και φοστεριτικό ολιβίνη μπορούν να κρυσταλλωθούν από τέτοιο τήγμα (MENZIES and ALLEN, 1974; DICK, 1974 and 1982; DICK and BULLEN, 1984)

Σύμφωνα με αυτό το γενικό σχήμα, Al-πλούσιοι χρωμίτες θα πρέπει να απαντούν σε οφιολίθους που σχηματίστηκαν σε τυπικό περιβάλλον μεσωκεάνειας ράχης ή οπισθοτόξιας λεκάνης και Cr-πλούσιοι σπινέλιοι σε ηφαιστειακά και πλουτώνια πετρώματα νησιωτικών τόξων.

Στο αριστερό διάγραμμα (A) του σχήματος 4 φαίνονται επίσης και τα πεδία προβολής των Cr-σπινελίων από οφιολιθικά πετρώματα άλλων περιοχών της Ελλά-

δος. Τα στοιχεία για τον καθορισμό των πεδίων του διαγράμματος αυτού προέρχονται από τους ECONOMOU et al. (1986) και MIGIROS et al. (1988). Όπως φαίνεται από το διάγραμμα αυτό και από το διάγραμμα του σχήματος 5 οι Al-πλούσιοι σπινέλιοι απαντούν κατά κύριο λόγο στη δυτική οφιολιθική ζώνη, ενώ οι Cr-πλούσιοι στην Ανατολική οφιολιθική ζώνη (DIETRICH, 1979). Κατ' αντι-

στοιχεία και οι οφιολίθοι που



Σχ.5: Κατανομή των κυριότερων οφιολιθικών μαζών της Ελλάδος στην Ανατολική (E-OB) και στην Δυτική οφιολιθική ζώνη (WOB). Τα Σύμβολα των τοπωνυμιών είναι τα ίδια με του σχήματος 4.

Fig.5: Distribution of the main ophiolites of Greece Between the Eastern (EOB) and Western ophiolite belts of Greece. Symbols as in Fig.4.

τους φιλοξενούν προέρχονται, οι μεν από ωκεανό (MORB) ή οπισθοτόξεια λεκάνη (BAB) και οι δε από περιβάλλοντα island arc. Με βάση την χημική σύσταση των χρωμοσπινελίων που απαντούν στα υπερβασικά πετρώματα της Λέσβου θα μπορούσαμε να πούμε ότι αυτά συνδέονται με τη δυτική οφιολιθική ζώνη. Βέβαια η διάκριση των ζωνών δεν είναι πλήρης και επομένως η παραπάνω διασύνδεση δεν είναι ανεπίδεκτη κριτικής. Επίσης με βάση όλα τα γεωχημικά δεδομένα θεωρείται ως πιθανότερος παλαιογεωγραφικός χώρος για τη δημιουργία αυτών των πετρωμάτων το περιβάλλον της οπισθοτόξειας λεκάνης ή μεσωκεάνειας ράχης.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι χαρτζιβουργίτες και οι λερζόλιθοι είναι ο κύριος πετρολογικός τύπος των υπερβασικών πετρωμάτων της Λέσβου. Οι σερπεντινίτες καταλαμβάνουν την δεύτερη θέση από πλευράς όγκου, προέρχονται κυρίως από σερπεντινίωση χαρτζιβουργιτών και λερζολίθων και τοπικά διασχίζονται από γαββροειδείς φλέβες και πυροξενίτες.

Οι περιδοίτες διατηρούν τον πρωταρχικό, πρωτολιθικό τους χαρακτήρα και παρουσιάζουν χαρακτηριστικά όμοια με περιδοίτες ανώτερου μανδύα. Σύμφωνα με τη χημική τους σύσταση θεωρούνται προϊόντα τυπικού εκχυμωμένου ανώτερου μανδύα.

Με βάση την χημική σύσταση των χρωμοσπινελίων θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα υπερβασικά πετρώματα της Λέσβου συνδέονται με τη δυτική οφιολιθική ζώνη, βέβαια η διασύνδεση αυτή επιδέχεται κριτική καθώς η διάκριση των ζωνών με βάση τη χημική σύσταση των Cr-σπινελίων δεν είναι πλήρης.

Ο χημισμός των σπινελίων που απαντούν στα υπερβασικά πετρώματα της Λέσβου

έχει ομοιότητες με το χημισμό σπινελίων από μεσωκεάνειες ράχεις και οπισθοτόξεις λεκάνες και επομένως το περιβάλλον της οπισθοτόξειας λεκάνης (BAB) ή της μεσωκεάνειας ράχης (MORB) θεωρείται ως το πιθανότερο για τη δημιουργία αυτών των πετρωμάτων.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - REFERENCES

- CAMERON, W., E. (1985). Petrology and origin of primitive lavas from the Troodos ophiolite, Cyprus. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 89, 239-55.
- CAMERON, W., E., NISBET., E. and DIETRICH, V., J. (1979). Boninites, Komatites and ophiolitic basalts, *Nature*, 280 (5723), 550-553.
- ΦΚΑΡΤΖΟΣ, Ε., ΣΕΡΕΛΗΣ, Κ. & ΜΙΡΚΙΠΟΣ, Γ., (υπό εκτύπωση). Μελέτη της ενότητας αμφιβολιτικών πετρωμάτων της νήσου Λέσβου. *Ann. Geol. Pays Hell.*,
- DICK, H. (1974). The josephine peridotites, a refractory residue of the generation of andesite. *Trans. Am. Geophys. Union (EOS)*., 56, 464p.
- DICK, H. (1982). The petrology of two back-arc-basins of the northern Philippine Sea. *Am. J. Sci.*, 282, 644-700.
- DICK, H. and BRYAN, W., B. (1979). Variation of basalt phenocryst mineralogy and rock compositions in DSDP hole 396B. *Initial Reports DSDP*, 46, 215-225.
- DICK, H. and BULLEN, T. (1984). Chromian spinel as a petrogenetic indicator in abyssal and alpine-type peridotites and spatially associated lavas. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 86, 54-76.
- DIETRICH, V. (1979). Ophiolitic belts of the Central Mediterranean (1:2500000). IGCP Project Ophiolites. International Atlas of Ophiolites, 4 sheets with explanations. *Geol. Soc. Amer.*, Map and Chart series, MC-33.
- DIETRICH, V., OBERHANSLI, R. and MERCOLLI, I. (1987). A new occurrence of boninite from the ophiolitic melange in the pindus-Sub-Pelagonian zone S.L. (Aegina island, Saronic gulf, Greece). *Ophioliti*, 12, 83-90.
- ECONOMOU, M., DIMOU, E., ECONOMOU, G., MIGIROS, G., VACONDIOS, I., GRIVAS, E., RASSIOS, A. and DABITZIAS, S. (1986). Chromite deposits of Greece, In: CHROMITES (p.129-159), Unesco's IGCP-197 project, *Metallogeny of ophiolites*. Ed. W. Petraschek et. al. Theophrastus publications, Athens.
- GREEN, D., H. and RINGWOOD, A., E. (1967). The genesis of basaltic magmas. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 15, 103-190.
- HARTE, B. (1977). Rock nomenclature with particular relation to deformation and recrystallization textures in olivine-bearing xenoliths. *J. Geol.*, 85, 279-288.
- KATSIKATSOS, G., MIGIROS, G., VIDAKIS, M. (1982). La structure geologique de la region de la Thessalie orientale (Grece). *Ann. Soc. Geol. Nord.*, CI, p. 177-188.
- KATSIKATSOS, G., MIGIROS, G., TRIANTAPHYLLIS and METTOS, A. (1986): Geological structure of internal Hellenides (E. Thessaly SW Macedonia, Euboea Attica Northern Cyclades and Lesvos). *I.G.M.E., Geol. and Geoph. Res., Special issue*, 191-212.
- KOEPKE, J. KEUZER, H. and SEIDEL, E. (1985). Ophiolites in the Southern Aegean arc (Krete, Karpathos, Rhodes), Linking the ophiolite belts of the Hellenides and Taurides. *Ophioliti*, 10A, 343-354.
- MENZIES, M. and ALLEN, C. (1974). Plagioclase lherzolites - residual mantle relationships within two E. Mediterranean ophiolites. *Contrib. Mineral.*

Petrol. 45, 197-213.

MERCIER, J-C. C. and NICOLAS, A. (1975). Textures and fabrics of upper mantle peridotites as illustrated by xenoliths from basalts. *J. Petrol.*, 16, 454-487.

MIGIROS, G. and ECONOMOU, G., S. (1988). Chromites in the ultrabasic rocks of East Thessaly complex (central Greece). *Ophioliti*, 13 (2/3), 127-136.

NICOLAS, A. and JACKSON, E. D., (1972). Repartition en deux provinces des peridotites des chains alpines logeant la Mediterranee: implications geotectonique. *Schweiz. Min. und Pet. Mitt.*, 52, 479-95.

ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ. (1986). Γεωλογία της Ελλάδας. Εκδόσεις επιτάλοφος.

SPRAY, J. G. and RODDICK, J. C., (1980). Petrology and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology of some sub-ophiolite metamorphic rocks. *Contr. Min. Petr.*, 72, 43-55.