

Ophiolites and metamorphic rocks along the Lesser Caucasus transect (Georgia, Armenia, Turkey): insights for the timing of geodynamic events

Yann ROLLAND¹, Marc SOSSON¹, Carla MULLER², Ghazar GALOYAN¹³, Ara AVAGYAN³, Rafael MELKONYAN³, Shota ADAMIA⁴, Doğan PERİNÇEK⁵, Nuretdin KAYMAKÇI* and Eric BARRIER⁷

¹UMRGeoazur, University of Nice-Sophia Antipolis, CNRS, France, sosson@geoazur.unice.fr

IFP, France ³Institute of Geological Sciences, Armenian Academia of Sciences, Yerevan, Armenia

⁴Institute of Geophysics, 1 M. Alexidze str, 0193, Tbilisi, Georgia

Çanakkale Onsekiz Mart University Faculty of Engineering and Architecture, Çanakkale, Turkey.

⁶Remote Sensing and GIS Laboratory Department of Geological Engineering

Middle East Technical University Ankara, Turkey ⁷Université Pierre et Marie Curie - Paris VI, Laboratoire de Tectonique - Paris, France

The nature and age of ophiolites and metamorphic rocks provide insights into the tectonic reconstructions. Here, we present a synthesis of field campaigns led across the Lesser Caucasus range from Georgia to Eastern Turkey and ⁴⁰Ar/³⁹Ar dating, and discuss its meaning for plate tectonics reconstructions.

Metamorphic basement of Georgia preserves metamorphic and related magmatic rocks dating back from the Carboniferous to the Lower Cretaceous. Metamorphism and ⁴⁰Ar/³⁹Ar dating emphasize sub-continuous activity of an active margin, being paroxysmal in the Middle Jurassic (c. 170 Ma). Metamorphism and magmatism related to this subduction zone ceased at the base of the Upper Cretaceous, while Cenozoic magmatism is ascribed to slab detachment process (see Sosson et al., this volume).

South of this active margin, the Sevan-Akera suture preserves HP metamorphic rocks, below the metamorphic sole of an obducted ophiolitic sequence. Thermobarometry provides insights into a similar metamorphic evolution as that described below the Oman ophiolite, with a similar timing of HP (90 Ma) and HT (73 Ma) peaks, which

suggests a similar geodynamic evolution. The ophiolite itself is of back-arc type, and its obduction may be explained by a combination of processes: (1) alkaline OIB-derived lavas have been found lying on top of the ophiolite, which setting (117 Ma) shortly predates obduction therefore resulting in oceanic crust thickening; (2) the blocking of the northern subduction below the Georgian Eurasian margin.

Both processes led to acceleration of intra-oceanic subduction to the south of the obducted sequence leading the underthrusting of the Armenian Continental crust.

More to the SW, ⁴⁰Ar/³⁹Ar dating has been performed on the main metamorphic units at the boundary of SE Turkey Kirshehir block and the Arabian plate. Most dates range from the Campanian to the Lutetian (84-40 Ma), in the northern part: the Malatya metamorphic complex displays high-temperature marbles, which provided a Muscovite age of 73.8 Ma, indicating a high geothermal gradient related to supra-subduction magmatism in the Campanian. South of the Malatya metamorphic complex, a gabbro sample displaying back-arc geochemical features provided an unexpected young age of 79 Ma on amphibole, which is interpreted as resulting from the opening of a syn-convergence back-arc basin in the Lower Campanian, which likely closed in the Upper Campanian. South of this oceanic suture, Pütürge micaschists exhibit an Upper Campanian age of 71 Ma on phengite, which indicates that HP metamorphism and thus subduction of the Pütürge unit below the Malatya complex occurred at this time. Finally, at the base of the Pütürge unit, amphibolites sampled in frontal metamorphic sole exhibit much younger ages of 47 Ma, they thus provide the time for the tectonic transport of the Pütürge onto the Arabian margin, and thus exhumation of the Putürge-Bitlis units, in the Lutetian (Eocene) times.

This study shows an overall propagation of deformation, and related metamorphism from North to South witnessing the initial blocking of the northern subduction below Eurasia leading at the same

time to widespread obduction development to the south onto the South Armenian Block and Arabia. Finally, the blocking of subduction and collisional thickening of the Southern subduction (Bitlis-Puturge) of the Arabian Block occurs at c. 47 Ma. *Keywords: Ophiolites, Neotethys, Lesser Caucasus, obduction, collision, melange, metamorphic sole, Ar dating.*

Aşağı Kafkaslar kesiti (Gürcistan, Ermenistan, Türkiye) boyunca ofiyolitler ve metamorfik kayaçlar: jeodinamik olayların tarihlendirilmesi için sezgiler

Ofiyolitlerin ve metamorfik kayaçların özelliği (doğası) ve yaşı, tektonik kurulumların daha iyi oluşturulmasını sağlar. Bu bildiride, Aşağı Kafkaslar dizisinden Gürcistan'a ve Doğu Anadolu'ya uzanan arazi çalışmalarının ve $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ tarihlendirmelerinin bir sentezini sunmakta ve bunun plaka tektoniği kurulundan açısından taşıdığı anlamı tartışmaktayız.

Gürcistan'daki metamorfik temel, Karbonifer'den Erken Kretase'ye değin tarihlendirilen metamorfik ve ilintili mağmatik kayaçları muhafaza eder. Metamorfizma ve $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ tarihle(nder)mesi, bir aktif kenarın, Orta Jura'da (günümüzden yaklaşık 170 milyon yıl önce) şiddetlenen ve yaklaşık kesintisiz olan faaliyetini vurgular. Bu dalma-batma zonuyla ilintili metamorfizma ve mağmatizma en Erken Geç Kretase'de sona ermiş, Senozoik mağmatizması ise dilim kopması süreçlerine bağlanmıştır (*bkz Sosson ve diğ., bu bildiri*).

Bu aktif kenarın güneyinde, Sevan-Akera süturu, üzerlemiş bir ofiyolitik istifin tabanı altında yüksek basınç metamorfik kayaçların muhafaza eder. Benzer bir jeodinamik evrimi düşündüren ve benzer bir yüksek basınç (90 milyon yıl) ve yüksek sıcaklık (73 milyon yıl) pikleri tarihlemesi veren termobarometre, Umman ofiyoliti altında tanımlanan benzer bir metamorfik evrimin (daha iyi) anlaşılmasını sağlar. Ofiyolit kendisi yay-ardı tipindedir ve bunun üzerlemesi bir süreçler bileşimi ile açıklanabilir: (1) ofiyolit üstünde konumlanan, yerleşmesi (günümüzden 117 milyon yıl önce) üzerlemeden önce olan ve bu nedenle de okyanusal kabuk kalınlaşması sonucunu veren, alkali ve OIB-türevi lavların bulunmuş olması; 2) kuzey üzerlemenin Gürcistan-Avrasya sınırı altında bloklanması. Her iki süreç, okyanus-ıçi üzerlemenin üzerleyen istifin güneyinde hızlanmasına ve bu ise Ermenistan kıtasal kabuğunun alttan bindirmesine neden olmuştur.

Daha güneybatıda, GD Türkiye Kırşehir bloğu ile Arap plakası sınırındaki ana metamorfik birimlerde $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ tarihlendirme çalışması yürütülmüştür. Edinilen yaşların büyük bölümü Kampanien-Lutesyen (84-40 milyon yıl önceleri) arasında yayılır. Kuzey bölümde: Malatya metamorfik karmaşığı, muskovitten edinilmiş 73.8 milyon yıl yaşını veren yüksek sıcaklık mermerlerini içerir; bu, Kampanien'deki dalma-batma üstü mağmatizma ile ilintili bir yüksek jeotermal gradyan gösterir. Malatya metamorfik karmaşığının güneyinde, yay-ardı jeokimyasal özelliklerini sergileyen bir gabro örneği, amfibol temelinde, 79 milyon yıl gibi beklenmedik ölçüde genç bir yaş verir; bu yaş ve örnek, Erken Kampanien'de yakınlaşma ile eş-dönemli bir yay-ardı havzasının açılmasının sonucu olarak yorumlanır. Bu havza muhtemelen Geç Kampanien'de kapanmıştır. Bu okyanusal sütünun güneyindeki Pötürge mikaşistleri, fengit temelinde, 71 milyon yıl, Geç Kampanien yaşını verir; bu, yüksek basınç metamorfizması ve bu nedenle de Pötürge biriminin Malatya karmaşığı altm(d)a dalma-batmasının bu dönemde olduğunu gösterir. Son olarak, Pötürge biriminin tabanında, metamorfik temelin ön cephesinden alınan amfiboller çok daha genç bir dönemi gösterir ve 47 milyon yıl yaşını verir; bu örnekler, bu nedenle, Pötürge biriminin Arap kenarı üzerine tektonik taşınması dönemini ve bunun sonucu olarak Pötürge-Bitlis birimlerinin Lutesyen'de (Eosen) yükselmiş olduğunu gösterir.

Bu çalışma, deformasyonun ve ilintili mağmatizmanın Kuzeyden Güneye genel ilerlemesini ve bunun, (aynı dönemde güneye, Güney Ermenistan bloğu ve Arabistan üzerine doğru yaygın üzerlemenin gelişmesine yol açan) Avrasya altın(d) dalma-batmanın ilk bloklanması tanıklık ettiğini gösterir. Sonuç olarak, dalma-batmanın bloklanması ve Arap Bloğunun güney dalma-batmasının (Bitlis-Pötürge) çarpışma sonucu kalınlaşması günümüzden yaklaşık 47 milyon yıl önce olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ofiyolitler, Neotetis, Aşağı Kafkaslar, üzerleme, çarpışma, melanj, metamorfik taban, Ar tarihlendirme esi