

## **Upper Cretaceous magmatic evolution and related Cu-Au mineralization in Bulgaria and Serbia: constraints from geochemistry and geochronology**

**A. VON OUADT<sup>1</sup>, C. A. HEENRICH<sup>2</sup> and I. PEYTCHEVA<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Institute of Isotope Geochemistry and Mineral Resources (IGMR), ETH Zürich, Switzerland, vonquadt@erdw.ethz.ch*

*<sup>2</sup>Institute of Geology, BAS, Sofia, Bulgaria*

The Apuseni-Banat-Timok-Srednogorie (ABTS) belt of extensive calc-alkaline magmatism and Cu-Au mineralization is related to the subduction of the Tethys Ocean beneath the European Continental margin during the late Cretaceous time. Major economic porphyry-style and epithermal ore deposits are restricted to certain segments along the belt and are aligned on the Panagyurishte corridor (Central Srednogorie) in Bulgaria and the Timok region in Serbia. Present study reviews and compares the geology, geochemistry and geochronology of igneous events in these two regions and some features of the related Cu-Au mineralization. In the Central Srednogorie the U-Pb dating of zircons from subvolcanic intrusions and major plutons, supplemented by published Ar-Ar and Re-Os age data for the hydrothermal ore deposits reveal a general younging of magmatism from ca. 92 Ma in the north (Elatsite deposit) to ca. 78 Ma in the south (von Quadt, 2005, Peytcheva, 2009). In the Timok region the magmatism seems to start at 86-84 Ma (first phase) and to end with the intrusion of plutons about 82-78 Ma. Economic Cu-Au mineralizations in both sections are related to subvolcanic or volcanic suits and are dated in the range of 92 to 86 Ma in Bulgaria and mainly about 86-84 Ma in the Timok zone. Magmatism and ore formation in individual magmatic-hydrothermal complexes along the profiles are much shorter lived. The lack of mineralization in the time span 86-78 Ma (Bulgaria) might be explained with the more deeply eroded mid-crustal plutons, while the hydrothermal deposits are linked with shallow intrusions. The age progression correlates in both profiles with an isotope-geochemical trend (Sr-Nd and Hf-zircon data) of decreasing crustal input into mantle-derived magmas. The age and geochemical trends are explained as a consequence of slab retreat during oblique subduction. The Eastern Srednogorie in Bulgaria formed by the northwards subduction and this zone is characterized by unusually large volumes of mafic shoshonitic and ultra-K magmatism. The generation of the primitive high-K ankaramitic magmas is explained by melting of clinopyroxene-rich amphibole- and/or phlogopite containing lower crustal cumulates or a garnet-free metasomatized upper mantle source (Georgiev, 2009). The oldest Cretaceous magmatism in the Eastern Srednogorie occurs at 86 Ma, but U-Pb ID-TIMS and LA-ICPMS zircon age dating show that the mafic high-K magmatism in Eastern Srednogorie has been formed (main peak) between 80-78 Ma. Most probably, the intra-arc rifting was caused by a southward trench retreat and associated roll-back of the subducting oceanic slab. Later on, trenchward the characteristics of the Cretaceous magmatism changed to more crustal influenced, which could be related to continent accretion from the south and the start of continent collision. In the Ridanj-Krepoljin Zone (Serbia) subvolcanic dacites are dated at 70 Ma and in the W-Rhodopes Massif (Rila) and in the Eastern Rhodopes (Chuchuliga and Rosino) plutons revealed U-Pb zircon ages in the range 67-70 Ma (Soldatos, 2008).

*Keywords: Geochronology, U-Pb zircon dating, Srednogorie, isotope-geochemistry, geodynamic evolution* Georgiev, S., Marchev, P., Heinrich, C.A., von Quadt, A., Peytcheva, I. (2009) Origin of nepheline-normative high-K

ankaramites and the evolution of eastern Srednogorie in southeastern Europe, accepted by *J of Petrology* Kouzmanov, K., Moritz, R., von Quadt, A., Chiaradia, M., Peytcheva, I., Fontignie, D., Ramboz, C. and Bogdanov, K. (2009)

Epithermal Cu-Au and related porphyry Cu deposits in the southern part of the Panagyurishte district, Bulgaria: Paragenesis,

whole rock geochemistry and radiogenic isotopes. *Mineral Deposita*, DOI 10.1007/s00126-009-0239-1 Peytcheva, I., von Quadt, A., Neubauer, F., Frank, M., Nedialkov, R., Heinrich, C., Strashimirov, St. (2009) U-Pb dating, Hf-

isotope characteristics and trace-REE-patterns of zircons from Medet porphyry copper deposit, Bulgaria: implications for

timing, duration and sources of ore-bearing magmatism. *Mineralogy and Petrology*, 96,19-41 von

Quadt, A., Moritz, R., Peytcheva, I., Heinrich, CA. (2005) Geochronology and geodynamics of Late Cretaceous magmatism and Cu-Au mineralization in the Panagyurishte region of the Apuseni - Banat - Timok -Srednogorie belt (Bulgaria). Ore

Geology Reviews 27, p. 95-127 Soldatos, T., A. Koroneos, B. Kamenov, I. Peytcheva, A. von Quadt, G. Christofides, X. Zheng, H. Sang. 2008 New U-Pb and

Ar-Ar mineral ages for the Barutin-Buynovo-Elatia-Skaloti-Paranesti batholith (Bulgaria and Greece): Refinement of its

debatable age. - Geochemistry, Mineralogy and Petrology, 46,85-102.

Bulgaristan ve Sırbistan'da Geç Kretase mağmatik evrimi ve ilintili Cu-Au cevherleşmesi: jeokimya ve jeokronolojiden kaynaklanan kısıtlamalar

Apuseni-Banat-Timok-Srednogori (ABTS) yaygın kalk-alkali mağmatizma ve Cu-Au cevherleşme kuşığı, Tetis Okyanusunun Geç Kretase'de Avrupa kıta kenarının altına dalma-batması ile ilintilidir. Kuşak boyunca, ekonomik değer taşıyan porfiri-tip ve epitermal cevher yatakları belirli segmentlerle sınırlıdır ve Bulgaristan'da Panagyurishte koridorunda (Orta Srednogori), Sırbistan'da ise Timok bölgesinde dizilmiştir. Bu çalışma, bu iki bölgedeki mağmatizmanın jeolojisi, jeokimyası ve jeokronolojisini ve ilintili Cu-Au cevherleşmesinin bazı özelliklerini gözden geçirir ve karşılaştırır. Orta Srednogori'de sığ derinlikteki intrüzyonlardan ve büyük plütonlardan alınan zirkonların U-Pb tarihle(nder)mesi ve bunu tamamlayan, hidrotermal cevher yataklarına ilişkin yayınlanmış Ar-Ar ve Re-Os yaş verileri, mağmatizmada, kuzeyde (Elatsite yatağı) 92 milyon yıldan güneyde yaklaşık 78 milyon yıla (von Quadt, 2005; Peytcheva, 2009) bir gençleşmeyi açığa çıkarır. Timok bölgesinde mağmatizma günümüzden 86-84 milyon yıl önce başlamış (ilk evre) ve yaklaşık 82-78 milyon yıl önce gelişen plüton intrüzyonları ile sona ermiş gibi görünür. Her iki kesimdeki ekonomik Cu-Au cevherleşmeleri sığ derinlikli intrüzif ya da volkanik dizilerle ilintilidir ve Bulgaristan'da 92 ile 86 milyon yıl önceleri, Timok zonunda ise yaklaşık 86 ile 84 milyon yıl önceleri arasında tarihlenirler. Profiller boyunca ayrı(k) mağmatik-hidrotermal karmaşıklardaki mağmatizma ve cevher oluşumu çok daha kısa ömürlüdür. Günümüzden 86-78 milyon yıl önceleri arası zaman diliminde cevherleşme yokluğu (Bulgaristan), hidrotermal yataklar sığ intrüzyonlar ile ilintiliyken, daha derince aşınmış kabuk-ortası plütonları ile açıklanabilir. Her iki profilde yaş gelişimi, manto-türevi magmalar içine azalan kabuk malzemesi girişini gösteren izotop-jeokimyasal eğilim (Sr-Nd ve Hf-zirkon verileri) ile ilişkilidir. Yaş ve jeokimyasal eğilimler, oblik dalma-batma sırasında dilimin geri çekilişinin bir sonucu olarak açıklanabilir. Bulgaristan'daki Doğu Srednogori yayı kuzey-yönlü dalma-batma ile oluşmuştur ve bu zon alışılmadık hacimde mafik şoşonitik ve aşırı-K mağmatizması ile karakterize edilir. İlkel, yüksek-K içerikli ankaramitik magmanın oluşumu, klinopiroksence zengin amfibol ve/ya da filogopit içeren alt kabuk kümülatlarının erimesi ile ya da garnet-içermeyen, metasomatize olmuş bir üst manto kaynağı ile açıklanabilir (Georgiev, 2009). Doğu Srednogori'de en yaşlı Kretase mağmatizması 86 milyon yıl önceye tarihlenir; ancak, U-Pb ID-TIMS ve LA-ICPMS zirkon tarihlemeleri, Doğu Srednogori'de mafik, yüksek K-içerikli mağmatizmanın 80-78 milyon yıl önceleri arasında (zirve noktası) geliştiğini gösterir. Büyük ihtimalle, çukurluğun güney yönlü gerilemesi ve bununla ilintili olarak dalan-batan okyanusal kabuk diliminin geriye kayması yay-ıçiftleşmeye neden olmuştur. Daha sonra, Kretase mağmatizmasının çukurluk eğilimli özelliği daha çok kabuksal etkiler taşıyan özelliğe dönüşmüştür; bu, güneyden kıta eklenmesi ve kıta çarpışmasının başlaması ile ilintili olabilir. Ridanj-Krepoljin zonunda (Sırbistan), sığ derinlikli dasitler 70 milyon yıl önceye tarihlenmiştir; Batı Rodop Masifindeki (Rila) ve Doğu Rodoplardaki (Chuchuliga ve Rosino) plütonlar, 60-70 milyon yıl aralığına yayılan U-Pb zirkon yaşları verirler (Soldatos, 2008). *Anahtar Kelimeler: Jeokronoloji, U-Pb zirkon tarihle(nder)mesi, Srednogori, izotop jeokimyası, jeodinamik evrim*