

A KÁRPÁTI OBSZIDIÁNOK: LEGENDA ÉS VALÓSÁG

T. BIRÓ KATALIN

Magyar Nemzeti Múzeum

Abstract

This paper is intended to give a review on the study of Carpathian Obsidian. The name implies the only source region in Central Europe, for long, the only source of archaeological obsidian in Continental Europe. Their archaeological, as well as geological research started in the sixties of the 19th century by the activity of pioneering personalities of Hungarian archaeology, geology and archaeometry. By the late 1970-ies, separation of Carpathian obsidian sources from other sources of European and other Mediterranean sources could be achieved (investigations of Warren and Williams), and intensive studies continued in the past decades. In spite of several publications devoted to the subject, there are still a lot of clearly erroneous views lingering in technical literature concerning the location of the sources and allocation of archaeological specimens.

The first review of the author on the Carpathian obsidian was published in 1981: in the meantime, several research groups performed smaller or bigger research series on related finds, using various methods of analysis (NAA, EDS, XRF, FTD, PIXE-PIGE and recently, PGAA). Collection of obsidian distribution was completed using reference data as well as analysis of various assemblages dating from Middle Palaeolithic to Iron Age. Distribution maps were compiled for specific periods using percentage values. Access strategies, political implications could be claimed on the basis of changes in distribution areas.

The present study contains a review of recent achievements, prepared for the project IGCP-442 (Raw Materials of Neolithic Artifacts) as well as in the frames of the project "Raw material atlas Non-metallic prehistoric raw materials on the territory of Hungary and adjacent regions" (OTKA- T 025086).

Bevezetés

Az obszidián különleges, látványosan szép nyersanyag: talán ezért is szövődnek köré régi és modern legendák egyaránt. A régészeti és archeometriai szakirodalomban még ma is találkozunk olyan közleményekkel, amelyek inkább a legendák talaján állnak - ezért látom szükségesnek, hogy ismét összefoglaljam, amit Magyarország őskori népességének egyik legfontosabb kincséről jelenleg tudunk. A név "kárpáti obszidián" önmagában is megtévesztő, hiszen nem a Kárpátokban, hanem a Tokaj-Eperjesi hegységben fordul elő, és nem a Kárpát-medence regionális földtani korbeosztási rendszerében "kárpáti emelet" néven ismert középső miocén időszakban, hanem a felső miocén időszakban képződött. Az elnevezés az első sikeres archeometriai azonosító vizsgálatok angol nyelvű kutatóitól származik, így honosodott meg a nemzetközi szakirodalomban és ellene küzdeni értelmetlen szélmalom-harc lenne.

Szükséges viszont a nyersanyag pontos ismerete, elkülönítése olyan anyagoktól, amelyeket csak tévedésből hozhattak kapcsolatba a legendás "obszidiánnal". Ebből a célból meg kell ismételnünk néhány alapvető tényt, amely segítségünkre lesz a tényleges obszidiánok helyes felismerésében.

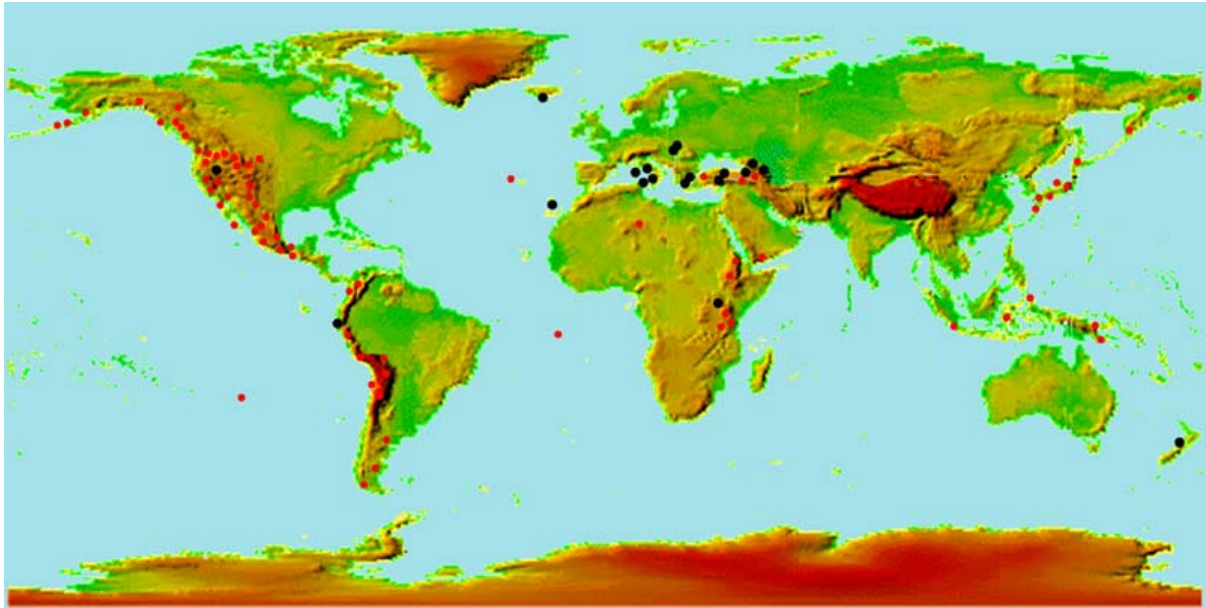
Az obszidián nem ásvány, hanem kőzet. Hirtelen megszilárdult kőzetolvadék, *üveg*, amelynek nincs kialakult kristályszerkezete, nincs szerkezeti képletekkel leírható pontos kémiai összetétele. Ha kellő idő és megfelelő körülmények állnak

rendelkezésre, az obszidiánból magas SiO₂ tartalmú (savanyú) vulkáni kőzet, riolit jönne létre. Általában nagyon fiatal, harmad- és negyedidőszaki vulkánosságához kapcsolható, mert az üveg felszíni hőmérséklet és nyomásviszonyok között nem stabil, az idők folyamán átkristályosodik vagy elmállik.

Ugyanakkor nem minden vulkáni üveg obszidián, és ezek közül sem mindegyik alkalmas kőeszközök készítésére. A szakirodalmi hivatkozásokban található obszidián nyersanyagforrások tehát nem feltétlenül adnak használható nyersanyagot. Tovább bonyolítja a problémát, hogy egyes nyersanyagforrások napjainkra kimerültek vagy hozzáférhetetlenné váltak. A megalapozatlanul azonosított nyersanyagforrások viszont téves történeti megállapításokhoz vezetnek és bizonytalanná teszik az archeometriai vizsgálatokkal azonosított nyersanyagforgalomra építhető következtetéseket.

Obszidián lelőhelyek világszerte

Különleges képződési körülményei folytán az obszidián jól behatárolható régiókban fordul elő. Ezeket a nyersanyag-történeti kutatások során különös figyelemmel kísérjük. A legutóbbi szintézisre törekvő összefoglalás, Hans-Otto Pollmann bibliográfiai gyűjtésére alapozott térképei jól mutatják azokat a területeket, ahol előfordul: fiatal vulkáni tevékenységgel jellemezhető sziget-ívek, a tengerek és a szárazföld tektonikusan érintkező peremén. Tudjuk, hogy Magyarország területén a harmadidőszak végén is hasonló körülmények között képződött az obszidián.



1. ábra: Obszidián geológiai lelőhelyek világszerte, H. Pollman nyomán. A MNM Litotéka gyűjteményében is megtalálható obszidián források anyagát feketével jelöltük.

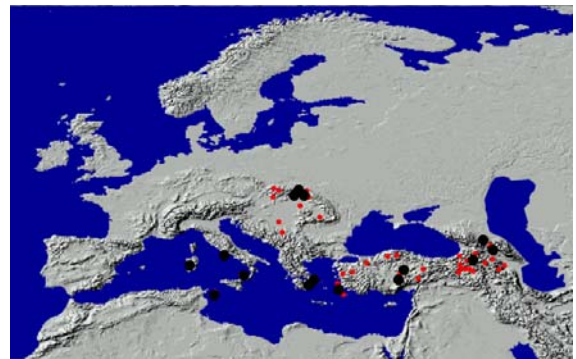
Pollmann adatgyűjtése természetesen nem célozhatta meg valamennyi felhasznált forrásmunka kritikai vizsgálatát, így a summázatként megjelent térképeken nem egy olyan "forrás" van feltüntetve, ami talán csak a legendákban - vagy ott se - található. Ezek, és néhány klasszikus vagy új keletű nem létező nyersanyagforrás indított arra, hogy a biztos ismereteket a bizonytalantól és a tévesektől elhatárolva ismét összefoglaljam, amit a kárpáti obszidiánokról tudunk.

A Magyar Nemzeti Múzeumban megalapított és működő összehasonlító kőzetgyűjteményünkben (Litotéka: Biró & Dobosi 1990, Biró & al. 2000a) következetes munkával törekszünk arra, hogy a ténylegesen létező nyersanyagforrások anyagát begyűjtsük és dokumentáljuk, lehetőség szerint azonosítsuk. A gyűjtés fókuszában természetesen a hazai, illetve a Magyarországon potenciálisan felhasznált nyersanyagfélések vannak, köztük különös, egykori jelentőségét kellőképpen megbecsülő fontosságot tulajdonítunk az obszidiánoknak.

A 2. ábrán a bennünket közelebbről érintő, ún. "mediterrán régió" obszidiánforrásait mutatom be, Pollmann adatai és a Litotékában rendelkezésre álló mintapéldányok alapján.

A kárpáti obszidiánok kutatása

A kárpáti obszidiánok régészeti és földtani kutatása a XIX. század hatvanas éveiben kezdődött, a magyar régészet, geológia és archeometria úttörő egyéniségei által (Rómer 1867, 1876, Szabó 1867, 1876).



Ez az obszidián-forrás, pontosabban forrás- csoport sokáig az egyetlen régészetileg hasznosított európai obszidián nyersanyagforrás volt, eltekintve az Európa keleti szegélyén levő grúz és örmény nyersanyagforrásoktól.

Az első elterjedési tanulmányokat további jelentős adatgyűjtések követték (Roska 1934, Janšák 1935). A múlt század hetvenes éveinek végére a kárpáti obszidián nyersanyagforrásokat egyértelműen el lehetett különíteni egymástól és a többi európai nyersanyagforrástól, valamint a mediterrán régió többi obszidián előfordulásától is. (Williams & al. 1984).

Első saját közleményem a kárpáti obszidiánok régészeti elterjedéséről 1981-ben jelent meg (Biró 1981): azóta is, számos kutatócsoport végzett kisebb-nagyobb sorozatban műszeres vizsgálatokat obszidiánon, különböző vizsgálati eljárások segítségével (NAA, EDS, XRF, FTD, PIXE-PIGE és legutóbb PGAA). Az obszidián elterjedését szakirodalmi adatok, személyes makroszkópos és műszeres vizsgálatok segítségével a középső paleolitikumtól a vaskorig követhetjük.

Elterjedési térképek készültek az elterjedési gyakoriság szerint különféle kronológiai periódusokra. Az elterjedési területek változása jól tükrözi a hozzáférési stratégia és a "politikai helyzet" őskori változásait.

A jelen dolgozat a legfrissebb eredményeket foglalja össze, az IGCP-442 program (Raw Materials of Neolithic Artifacts) és az "Őskori nem-érces nyersanyagok atlasza - Kárpát medence" OTKA-program alapján. (OTKA- T 025086).

Nyersanyaglelőhelyek

A kárpáti obszidián valamennyi ismert lelőhelye a Tokaj-Eperjesi hegység területén található; részben a hegység déli, Tokajhoz közel eső részén (Mád-Erdőbénye-Olaszliszka környéke, C2E csoport), részben a Tokaji hegység magyarországi részének közepe felé (Tolcsva-Erdőbénye-Abauzsántó környéke, C2T csoport). A legjobb minőségű, leggyakrabban használt nyersanyagforrások azonban már kívül esnek Magyarország mai határán; Viničky (Szöllöske) és Mala Bara (Kisbár) környékén ismerünk ma is geológiai obszidiánforrást, melyeknek összetétele kémiaiilag legközelebb esik a a régészeti lelőhelyeken nagy tömegben előforduló obszidiánokéhoz. Valószínűleg azonban nem ez volt az őskori és őskori elsődleges forrás, hanem egy attól kissé északra eső, ma már nem lokalizálható forráscsoport, amelynek dokumentumai a Kašov és Cejkov környéki felsőpaleolit és neolitikum helytelepek (Bánesz 1967, 1991). Valamennyi, eszközkészítésre alkalmas obszidián nyersanyagforrásunk másodlagos; szálban álló obszidián láva-árakat vagy obszidián gumókat tartalmazó rétegeket máig nem ismerünk. Apró obszidián gumók fordulnak elő Tolcsva környékén riolittufában, ezek mérete azonban nem teszi lehetővé eszközök készítését. Elképzelhető, hogy a másodlagos nyersanyaglelőhelyek származási helye már elmállott és csak töredékeiben férhető hozzá, de az is lehet, hogy a felszínhez közeli rétegekből előbb-utóbb előbukkan.

Obszidiánhoz hasonló kőzetüveg, elsősorban perlit több helyen is előfordul a Kárpát-medencében; ezeket az előfordulási helyeket a potenciális obszidiánforrások közt említik, joggal, bár eddig eszközkészítésre alkalmas obszidiánt nem találtak ezek környezetében. Ilyen lelőhelyek pl. a közép-szlovákiai Hliník (Szabova-skála) és a romániai Avas (Oaş) területe, valamint Huszt környéke.

Több nem létező nyersanyagforrás merült fel, egyrészt mint nyilvánvaló tévedés ("bükki obszidián" (Tompa 1929), alaptalan híresztelés "börzsönyi obszidián" (Bárta, J. & Petrovský-Šichmann, A. 1962), "mecseki obszidián" (?), amelyek valószínűleg a régészeti obszidián előfordulások téves értelmezésére alapulnak. Más esetekben az obszidiánra emlékeztető, attól

összetételében és képződése szerint azonban jelentősen különböző, más kőzeteket, esetleg műtermékeket írtak le, tévesen, obszidiánként. Az egyik ilyen eset a Hargita fekete opálváltozataival kapcsolatos, amit J. Nandris (1975) tisztázott. Újabban több felől is kaptunk obszidiánok tartott, később a vizsgálatok során attól jelentősen eltérőnek bizonyult mintákat, melyek kémiai összetétele és megjelenése leginkább a modern kohósalakkal egyezik (Oláhlapos, Zeitlarn).

Az említett potenciális nyersanyagforrások és téves adatok nagyjából fedik Pollmann azonosítható adatpontjait, bár így is maradnak gazdátlan pontok (pl. Szerbia területén) ahova nem sikerült eddig megtalálni a hivatkozott legendát.

Azonosítás

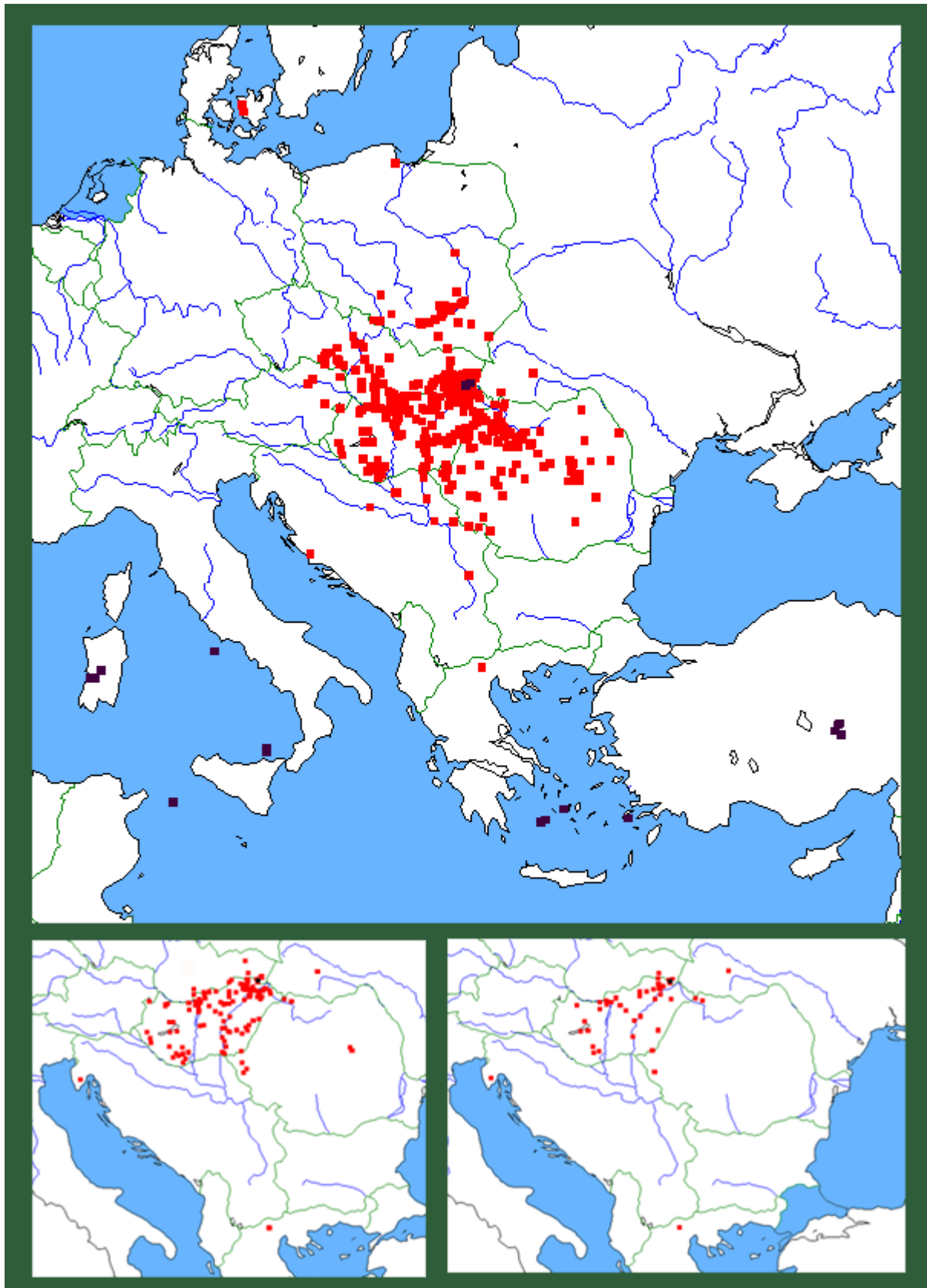
A kárpáti obszidiánok azonosítása megnyugtatóan megoldott probléma, egymás között és az ismert európai nyersanyagforrások anyagán belül. Makroszkóposan a szlovák (C1) obszidián a legjellegzetesebb: átlátszó-áttetsző, gyakran víztiszta, élénk üvegfényű, kortexe tipikusan matt, gömbös-vesés formákkal tagolt. A magyar (kárpáti II) obszidiánok átlátszatlanok vagy kevésbé áttetszőek, színük sötét grafitiszürke (C2E), fekete, igen ritkán vöröses (C2T), tipikusan szál-sávok mintázatúak.

Közvetlen mikroszkóp alatt az obszidiánok átlátszóak, kevés kristálykezdeménnyel; keresztezett poláros fényben az izotróp üveg tökéletes kioltása jól megfigyelhető. A szlovák obszidiánnál a kőzetüvegben sok trichitet, a magyar obszidiánoknál inkább határozott alakú kristálykezdeményeket és sorba rendezett opak szemcséket figyelhetünk meg.

Az obszidiánok lelőhely szerinti azonosítását leginkább kémiai összetételük alapján végezhetjük el. Ez mind nyomelemek, mind a főalkotók alapján megbízhatóan elvégezhető. Az obszidián képződésének alapjául szolgáló magas kovasav tartalmú magma ugyanis vulkánról vulkánra változó összetételű.

Az obszidián azonosítás első, klasszikus tanulmányaiban az elkülönítést nyomelemek alapján végezték, optikai emissziós spektroszkópia segítségével. A módszer alapvetően félkvantitatív, és érzékenysége sem elég nagy ahhoz, hogy kimutassa a kárpáti obszidiánokon belüli kisebb különbségeket, de már az első eredmények is jól elkülönítették a kárpáti obszidiánokat a mediterrán régió többi obszidián forrásától (Cann & Renfrew 1964). Pontosabb elkülönítésre (Kárpáti I-Kárpáti II), nyersanyagforrás adatok és nagyobb sorozat régészeti anyag vizsgálatára az akkorra már rutineljárásnak számító neutronaktivációs elemzések segítségével került sor a hetvenes évek

3. ábra: elterjedési adatok a kárpáti obszidiánokról. a, geokódolt irodalmi adatok; b, kárpáti 1 (szlovák) obszidián régészeti lelőhelyeken, makroszkópos vizsgálattal azonosítva; c, kárpáti 1 (szlovák) obszidián régészeti lelőhelyeken, műszeres vizsgálattal azonosítva



második felében (Warren & al. 1977). A vizsgálatokat lezáró közlemény 1984-ben jelent meg, sajnos csak summázatot adva a méréseknek (Williams & al. 1984). Ezzel egyidőben, megindultak a magyarországi vizsgálatok is; először csak a főalkotók és félkvantitatív nyomelemek alapján (Bíró 1981), később elektron diszperzív elektronspektroszkópia és röntgenspektroszkópia segítségével, nagyobb sorozat geológiai és régészeti mintán (Bíró & Pozsgai 1984, Bíró & al. 1986, 1988). Hasonlóan röntgenspektroszkópiai módszereket használnak Romániában is régészeti obszidián azonosítására (Salagean & al. 1988, Daraban & al. 2002). Újabban ionnyaláb analitikai módszerekkel (PIXE, PIGE: Elekes & al. 2000a-b) és prompt-gamma aktivációs mérésekkel is kutatjuk a régészeti obszidiánok eredetét; ez utóbbi módszer teljesen roncsolásmentes, még mintaelőkészítést sem igényel.

Az obszidián nyersanyagforrás azonosításra jól használható adat a képződési kor, amelyet hasadási nyomvonal detektálással (FTD) lehet megállapítani. Az európai és közeli nyersanyagforrásokra ez a módszer jól kidolgozott, akár önállóan, akár kémiai összetétel vizsgálatának kiegészítéseképpen. Az alapadatokat G. Bigazzi gyűjtötte és tette közzé (Bíró & al. 2000b).

A Kárpát-medence térségében az azonosítási vizsgálatok eddig mindössze egyetlen, a kárpáti nyersanyagforrásokkal összefüggésbe nem hozható mintát eredményeztek (Herpályról, MNM L 88/039 Bíró & al. 1986). Az elterjedési terület határai a műszeres vizsgálatok szerint Isztriáig (Williams & al. 1984) és Thesszáliáig nyúlnak (Bassiakos & al. 1993)

Elterjedés

Az obszidián régészeti elterjedésének vizsgálata már a legkorábbi tanulmányokban is felmerült. Az első szisztematikus gyűjtés Rómer Flóris nevéhez fűződik, azóta sokan próbálták - egy-egy területre, országra, korszakra vonatkozóan - felgyűjteni a létező adatokat. Az 1980-ig fellelhető szakirodalmi adatokat, minden kritikai igény nélkül, összesítő térképen ábrázoltam (Bíró 1981). A szakirodalmi

Irodalom

BÁNESZ, L. (1967): Die altsteinzeitlichen Funde der Ostslowakei. *Quartär* **18**:81-98.

BÁNESZ, L. (1991): Neolitická dielna na výrobu obsidiánovej industrie v Kašove. *Východoslovenský Pravek* 39-68.

BÁRTA, J. & PETROVSKÝ-ŠICHMANN, A. 1962: Bárta, J. & Petrovský-Šichmann, A., Paleolitické nálezy z Ipeľskej kotliny - *Archeologické Rozhľedy* **14/3**:297-308.

gyűjtés mellett személyes vizsgálatokra alapozottan felgyűjtöttem a magyarországi paleolit obszidián eszközöket, a MNM és a HOM gyűjteményére alapozottan; ebben a gyűjtésben már a kárpáti I-kárpáti II (szlovák ill. magyar obszidián) kategóriákat is elkülönítettem, makroszkópos vizsgálatokkal. A későbbiekben részben a műszeres anyagvizsgálati módszerek alkalmazásával, részben általános petroarcheológiai vizsgálatokkal számos lelőhely és időszak régészeti obszidián elterjedési adatait gyűjtöttem össze és rendeztem egységes adatbázisba. Az obszidián felhasználás és forgalom változásait térképsorozaton rögzítettem (Bíró 1992, 1998).

1998 és 2002 között az OTKA T- 025086 program keretében (Őskori nem-érces nyersanyagok atlasza - Kárpát medence) rendszeres gyűjtést indítottunk a magyarországi őskori lelőhelyeken található nyersanyagok feltérképezésére. Az adatgyűjtés kiterjedt a szakirodalmi adatokra, nyersanyagvizsgálati adatokra és természetesen saját megfigyeléseinkre is. A munkát természetesen a program lezárása után is folytatjuk. Egyik célunk éppen a távoli területeken fellelhető, obszidiánként leírt példányok vizsgálata, pontos meghatározása, amelyre a roncsolásmentes analitikai módszerek megadják a lehetőséget.

Az eredményeket geokódolt, kordináta adatokat tartalmazó térképeken rögzítjük (*3. ábra*). Ezzel a korábbi ponttérképekhez képest ugyan sok adatot veszítettünk, mert a régi leírásokban szereplő helységneveket nem mind tudtuk azonosítani, a meglévő adatok azonban használhatóbbakká váltak és alapjául szolgálhatnak egy teljesebb, vizsgálati adatokra épülő szintézisnek is.

Összefoglalás

A kárpáti obszidiánok Európa középső részének jelentős, meghatározó nyersanyagaként szolgáltak az őskorban. Kutatásuk ritka lehetőséget adja a távolsági kereskedelem és rendszeres ellátás őskori rendszerének megismeréséhez. Célunk, hogy mind a nyersanyagforrások, mind a régészeti elterjedési adatok vizsgálatát ellenőrizhető, objektív adatokra alapuló módon végezhessük, amivel a legendák nyersanyagát a tények világában tanulmányozhatjuk.

BASSIAKOS, Y., KILIKOGLU, V., SOUVATZIS, K. & GRIMANIS, A.P (1993): Provenance Studies of Obsidian from Mandalo in Macedonia, Greece. *Abstracts of Asmosia 1993, Third Int.Conf. Athens 17-23 May Demokritos, Athens NCSR Demokritos*.

BASSIAKOS, Y., BÍRÓ, K. & KILIKOGLU, V. (1998): Obsidian trade - the South-Eastern connection. Poster presented at 31st ISA Symposium, Budapest. In: *BÍRÓ K.-HORVÁTH T. (eds.), 31st International Symposium on Archaeometry. Program and Abstracts*. Budapest p. 22.

- BIRÓ, K.T. (1981): A Kárpát medencei obszidiánok vizsgálata (Investigation of obsidian from the Carpathian Basin). *Archeologiai Értesítő* (Budapest) **108**:196-205.
- BIRÓ, K.T. (1984): Distribution of obsidian from the Carpathian Sources on Central European Palaeolithic and Mesolithic sites. *Acta Archaeologica Carpathica* (Kraków) **23**:5-42.
- BIRÓ, K.T. (1998): Lithic implements and the circulation of raw materials in the Great Hungarian Plain during the Late Neolithic Period. Hungarian National Museum, Budapest, 1-350.
- BIRÓ, K.T. & POZSGAI, I. (1984): Obszidián minták vizsgálata elektronsugaras mikroanalízissel (Investigation of obsidian samples by electron beam microanalysis) - *Iparrégészeti / Industrial Archaeology* **2**:25-38.
- BIRÓ, K.T. & DOBOSI, V. (1990): LITOTHECA - The Comparative Raw Material Collection of the Hungarian National Museum. Catalogue. Budapest 1-268.
- BIRÓ, K. T., POZSGAI, I. & VLADÁR, A. (1986): Electron beam microanalyses of obsidian samples from geological and archaeological sites. *ActaArchHung* **38**:257-278.
- BIRÓ, K.T., POZSGAI, I. & VLADÁR, A. (1988): Central European obsidian studies. State of affairs in 1987. *Archaeometrical Studies in Hungary* (Budapest) **1**:119-130.
- BIRÓ, K.T., DOBOSI, V. & SCHLÉDER, Zs. (2000a): LITOTHECA II. - The Comparative Raw Material Collection of the Hungarian National Museum. Catalogue Vol. II. Budapest 1-320.
- BIRÓ, K.T., BIGAZZI, G. & ODDONE, M. (2000b): Instrumental analysis I. The Carpathian sources of raw material for obsidian tool-making. In: *Dobosi ed. 2000 Bodrogeresztúr-Henyé. (NE-Hungary) Upper Palaeolithic site*. Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest, 221-240.
- CANN, J.R. & RENFREW, C. (1964): The characterization of obsidian and its application to the Mediterranean region. *Proceedings of the Prehistoric Society* **30**:111-130.
- DARABAN, L., COSMA, C., COZAR, O., SIMON, V., ZNAMIROVSKI, V., GHIURCA, I., SALAGEAN, M. & PANTELICA, A. (2002): Obsidian provenance studies. In: *Jerem, E. & Biró, K.T. eds., Archaeometry '98. Proceedings of the 31st Symposium, Budapest, April 26-May 3. Vol. II BAR International Series* Archaeopress Oxford **1043/II**:705-707
- ELEKES, Z., UZONYI, I., GRATUZE, B., RÓZSA, P., KISS, Á.Z. & SZŐÖR, GY. (2000a): Contribution of PIGE technique to the study of obsidian glasses. *NIM/B SCI Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* **161**:836-841.
- ELEKES, Z., BIRÓ, K.T., RAJTA, I., UZONYI, I., GRATUZE, B., & KISS, Á.Z. (2000b): Analyses of Obsidian and Radiolarite Samples by Ion Beam Techniques. - *Paper presented at 32th ISA Conference, Mexico City*.
- JANŠÁK, S. (1935): Praveké sidliška s obszidiánovou industriou na Východnom Slovensku. Bratislava 1-193.
- NANDRIS, J. (1975): A re-consideration of the South-East European Sources of archaeological obsidian. *University of London Bulletin of the Institute of Archaeology* **12**:71-94.
- POLLMANN, H-O. (1999): Obsidian-Bibliographie. Artefakt und Provenienz. Bochum Verlag des Deutschen Bergbau-Museums 1999 1-151.
- RÓMER, F. (1867): Első obszidián-eszközök Magyarországon (First obsidian implements in Hungary). *Archeológiai Közlemények* **7**:161-166.
- RÓMER, F. (1876): Les silex taillés et les obsidiennes en Hongrie. *Congr. Int. d'Anthr. et d'Arch. Prehist. VIII. Compte-Rendu* **2** Budapest 6-17.
- ROSKA M. (1934): Adatok Erdély őskori kereskedelmi, művelődési és népvándorlási útjaihoz (Data on the trade, cultural and migrational routes of prehistoric Transsylvania). *Archeologiai Értesítő* **47**:149-158.
- SALAGEAN, M., PANTELICA, A., DARABAN L. & FIAT, T. (1988): Provenance studies of obsidian from the neolithic settlement of Partza in South-Western Romania. In: *Ist Conference on the Application of Physics Methods in Archaeology*. Bucharest 73-86.
- SZABÓ, J. (1867): A Tokaj-Hegyalja obszidiánjai (Obsidians of the Tokaj Mts). *A Magyarhoni Földtani Társulat Munkálatai* (Pest) **3**:147-172.
- SZABÓ, J. (1876): L'obsidienne préhistorique en Hongrie et en Grèce. - *Congr.Int. d. Anthr. et d. Arch. Prehist., Compte-Rendu II* Budapest 96-100.
- TOMPA, F. (1929): A szalagdiszes agyagművesség kultúrája / Die Bandkeramik in Ungarn Magyarországon. *Archaeologia Hungarica* **5-6**.
- WARREN, S., WILLIAMS, O. & NANDRIS, J. (1977): The sources and distribution of obsidian in Central Europe. *Int. Symp. on Archaeometry and Archaeological Prospection Pennsylvania* 1977.
- WILLIAMS-THORPE, O., WARREN, S. E. & NANDRIS, J. (1984): The distribution and provenance of archaeological obsidian in Central and Eastern Europe. *Journal of Archaeological Science* **11**:183-212.