

OIKEJAMA: AZ ELSŐ JAPÁN METEORITKRÁTER

Gucsik Arnold

PhD, habilitált egyetemi docens, kozmokémikus,
Savaria Egyetemi Központ Nyugat-magyarországi Egyetem
külső munkatárs, MTA Konkoly Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézete
ciklamensopron@yahoo.com

Bevezetés

Több évtizedes kutatómunka során sikerült hitelt érdemlően igazolnia egy japán–magyar kutatócsoportnak, hogy a Japán középső részén található Oikejama-hegy (Mt. Oikejama) (Nagano prefektúra) szerkezet valójában egy meteoritbecsapódás során született kráter maradványa. A terület első szisztematikus geológiai feltárását *Szakamoto Maszao* (Masao Sakamoto) végezte el az 1970-es évek végén (Sakamoto, 1978). Elsőként ő figyelt fel azokra az ásványtani jelenségekre, melyek általában az óriási energia hirtelen felszabadulása során kialakuló nyomás és hőmérséklet hatására jönnek létre (például: robbanásos vulkáni működés, meteoritbecsapódás, nukleáris robbanások stb.) főleg a kőzetalkotó ásványokban. Az elsődleges eredményeket kiértékelve, az itt kapott, a terület kialakulására irányuló kutatás eredménye nem illett bele a környék földtani fejlődéséről alkotott addigi összképbe. Ezt követően az Oikejama-hegy fokozottan került a japán szakemberek látókörébe. Amikor egy terepbejárás alkalmával az egyik japán professzor életét veszítette, a kutatások megtorpantak. 2003-ban az Oka-jamai Tudományegyetem kutatójaként lehe-

tőséget kaptam arra, hogy egy kutatócsoport élén tovább folytassam az Oikejama-szerkezet eredetét feltáró kutatásokat. A Bécsi Tudományegyetemen és a Cambridge-i Egyetemen szerzett tapasztalatokat felhasználva (Gucsik et al., 2003, 2004) sikerült egy olyan módszert kidolgozni, amely az olyan meteoritkráterek tanulmányozását is lehetővé teszi, melyeknek nagy része már az erózió martalékává vált.

A cikkben előbb általános áttekintést nyújtok a földi meteoritkráterek ásványtani és földtani konzekvenciáiról, ezt követően a Japán középső részén kimutatott kráternyomokat tárgyalom. Céloom az, hogy a meteoritkráterek tanulmányozására kialakult interdiszciplináris tudományterület szegényes hazai szakirodalmát e tanulmánnyal is gazdagítsam.

Meteoritkráterek és szerepük a földtudományokban

A meteoritkráterek a körülöttünk lévő, főleg a légkör nélküli bolygókon és azok holdjain uralkodó felszíni jelenségek. Ezek léte a Naprendszer kialakulásakor jelentkező rendkívül heves „bombázás” bizonyítéka. A földi becsapódásos szerkezetek tanulmányozása lehetőséget ad arra, hogy jobban megismer-

hessük a Föld és a Naprendszer keletkezésének folyamatait. A legújabb kutatások szerint a földi élet kialakulásában is fontos szerepet tölthettek be a marsi kozmikus katasztrófák, amelyek során a kilökődött anyag a Föld felszínére becsapódva kezdetleges mikrobaktériumokat közvetíthetett.

Közel fél évszázados áldozatos kutatómunka kellett ahhoz, hogy az első földi meteoritkráterről – az arizonai Barringer- vagy Meteor-kráterről – bebizonyítsák a kozmikus ütközési eredetet. *Eugene Shoemaker* (USA), *Richard Grieve* (Kanada) és *Dieter Stöffler* (Németország) az 1990-es évekre olyan geológiai kritériumrendszert dolgoztak ki, melynek segítségével egy új tudományterület, az *impakt geológia* alapjait rakták le (Grieve, 1991; Stöffler – Langenhorst, 1994; Grieve et al., 1996). Ráadásul a Hubble-űrteleszkóp segítségével 1994-ben szemtanúi lehettünk annak, amint a Shoemaker–Levy 9 üstökös darabjai becsapódtak a Jupiter légkörébe. Természetesen ez az esemény óriási lendületet adott egy „új szülött” diszciplína széleskörű elfogadtatásához. Ekkorra bebizonyosodott, hogy a 65 millió évvel ezelőtt, a földtörténeti kréta-tercier (K/T) határon történt tömeges kihaltások egyik fő okozója a mexikói Yucatán-félszigeten talált Chicxulub-kráter kialakulásához kötődik (Montanari–Koeberl, 2000).

Jelenleg több mint 170 bizonyított földi meteoritkrátert ismerünk, melyeknek földrajzi eloszlása főleg a kontinensek ún. kratogén (ösmasszívum) részeire koncentrálódik (Earth Impact Database, 2010). Ezen területek nagy része hosszú geológiai időn keresztül változatlan, és a monogenetikus meteoritkráterek viszonylag sokáig megőrzik a kráterjellegeiket. Ebből a szempontból a Föld felszínének nagyobb részét borító világtengerek mélyén vagy Grönlandot és az Antarktiszot borító néhány

kilométeres jégtakaró alatt található meteoritkráterek teljesen ismeretlenek. Méretüket tekintve található több száz kilométer átmérőjű meteoritkrátereket is, de az átlagos méretük 30 km körül van. Koreolozásukat tekintve a több milliárd éves kráterek mára már teljesen elveszítették az elsődleges kráterjellegeiket (például: tál alakú mélyedés, kráterperem, kidobott anyag takarórendszere stb.), és tektonikailag átváltoztak. Viszonylag kisméretű meteoritkráterek ismertek a földtörténeti jelenkorból is, de ezek között is található erősen lepusztult (trópusi területek) vagy feltöltődött (sivatagi) krátereket. Részletes adatokat a földi meteoritkráterek egységesített adatbázisának honlapjáról kaphatunk, amelyet a kanadai New Brunswick-i Egyetem szakemberei gondoznak (Earth Impact Database, 2010). Az itt található statisztika szerint évente két-három újabb, bizonyított impakt szerkezetet jegyeznek be.

A meteoritkrátereket morfológiájuk szempontjából két csoportra oszthatjuk. Az *egyszerű krátereket* tipikusan tál alakú mélyedés jellemzi, melyet markáns kráterperem vesz körül (maximális átmérőjük 4 km). Az *összetett kráterek* esetében a legfontosabb szerkezeti különbség az egyszerű kráterekhez képest az ún. központi kiemelkedés. Ezt a típust a több gyűrűs peremi területet körülölelő, olykor több ezer km²-nyi kidobott anyag jellemzi (a kráter átmérője eléri a 200–300 km-t) (Grieve, 1991; Grieve et al., 1996).

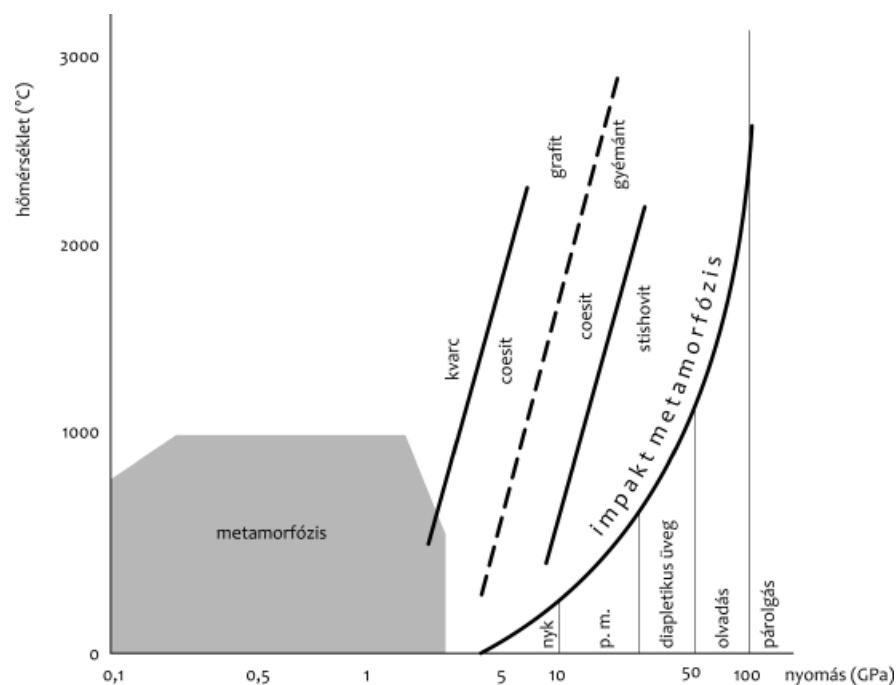
A kozmikus ütközések során felszabaduló energia olyan visszafordíthatatlan folyamatokat hoz létre a célkőzetek ásványaiban, melyeket együttesen *sokk* vagy *impakt* (becsapódásos) *metamorfózisnak* hívunk. A kőzetek néhány esetben több ezer °C hőmérsékletet vagy 100 GPa (1000 kbar) nyomást szenvednek el a becsapódás pillanatában, melyek

kizárólagosan a meteoritkráterekre jellemző jelenségekkel járnak (Langenhorst, 2002). Az 1. ábra többek között a kvarcon (az egyik leggyakoribb kőzetalkotó ásvány a célkőzetekben) megfigyelt sokk metamorfózis jelenségeket mutatja be a növekvő nyomás és a hőmérséklet függvényében.

A Nemzetközi Geológiai Unió 1997-es állásfoglalása alapján, a meteoritkráterek kimutatásához az alábbi kritériumrendszert kell teljesíteni. A kőzet- és ásványtani bizonyítékokat makro- és mikrostruktúrákra oszthatjuk. A nyomáskúpok, a krátert kitöltő breccsák és olvadékok, valamint az impakt üvegek (például tektitek) tartoznak a (szabad szemmel jól látható) makrobizonyítékok közé. A mik-

rostruktúrákat optikai mikroszkópos megfigyelések alapján különböztethetjük meg. Ide tartoznak az ún. planáris mikrostruktúrák, melyek a meteoritkráterben megjelenő sokk metamorfózis legfontosabb ásványtani indikátorai (2. ábra). Ezek párhuzamos, egyenes vonalakként jelennek meg a mikroszkóp alatt (több kristálytani orientációban), szélességük 1–2 μm és 5–6 μm -es sorközzel váltakozik. Ebbe a kategóriába sorolhatók még a kőzetalkotó ásványok magas hőmérsékleten történt átalakulásai is (pl.: kvarc \rightarrow coesit, olivin \rightarrow ringwoodit stb.) (Langenhorst, 2002).

A fent említett kőzet-, illetve ásványtani bizonyítékok mellett a geofizikai és a geokémiai jellegeket (Ir-anomália, Re/Os-arány,



1. ábra • A sokk vagy impakt metamorfózis hőmérséklet–nyomás diagramja. A szürke mezőhöz a normális (reguláris) földtani folyamatok során bekövetkező metamorfózistípusok tartoznak. nyk: nyomáskúp; p. m.: planáris mikrostruktúrák (optikai mikroszkóppal történt megfigyelések alapján) (French, 1998 alapján).

impakt gyémánt stb.) is vizsgálják egy esetleges bizonyítási eljárásnál (Montanari – Koerber, 2000).

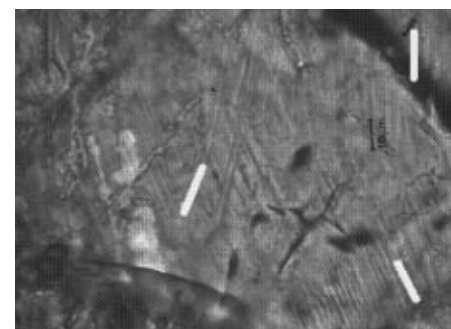
Oikejama-hegy: egy jégkorszaki kozmikus ütközés nyomai Japánban

A Oikejama-szerkezet (1905 m) 900 méteres félköríves topográfiai rajzolata a Japán Alpok területén található Sirabiszo- (Shirabiso) fennsíkon helyezkedik el, az Akaisi- (Akaishi) hegység déli részén (Nagano prefektúra, Közép-Japán) (3. ábra) (Sakamoto et al., 2010). A terület geológiai viszonyait az üledékes kőzetekből (mész, homokkő, tűzkő stb.) álló, egymáshoz képest párhuzamos szerkezeti egységek határozzák meg, melyeket márkánsan különít el Japán legfontosabb tektonikai törésvonala, az ún. Meridian-fővonal (Sakamoto, 1980). A japán szigetív fejlődését tekintve ez a terület kb. egymillió évvel ezelőtt konszolidálódott, és magmás folyamatok nem érintették (Uemura–Yamada, 1988).

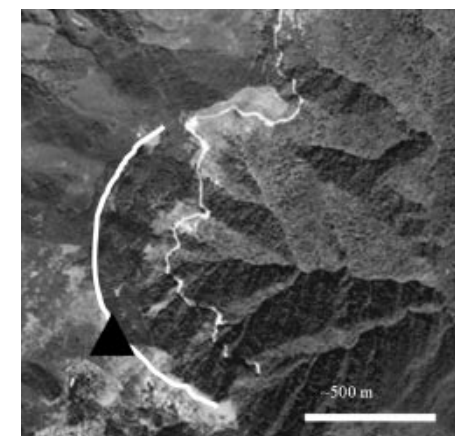
Az éghajlati viszonyokat tekintve, a rendkívül csapadékos (monszon) időszakban a

folyóvízi erózió akár 4–5 mm-t is képes pusztítani, éves szinten (Uemura–Yamada, 1988). A tektonikai aktivitás és a felszíni erózió együttes hatása adhat magyarázatot arra, hogy miért hiányzik a feltételezett meteoritkráter több mint 90%-a. Különböző kormeghatározások alapján megállapítható, hogy a kráter kb. 300 ezer évvel ezelőtt keletkezhetett, a nagy jégkorszaki eljegesedések idején. Itt érdemes megjegyezni, hogy a 2010 nyarán végzett terepbejárás során semmilyen, a jég munkájához köthető geomorfológiai jegyet nem sikerült kimutatni.

A területre jellemző aktív belső és külső erők együttes hatásaként a Oikejama-hegy esetében szinte teljesen eltűntek egy meteoritkráter kimutatásához szükséges kőzet- és ásványtani bizonyítékok. A korábban felsorolt impakt breccsák, nyomáskúpok és impakt üvegek makroszkopikus megfigyelése a fenti okok miatt teljesen kizárható. Egyedül a mikroszkópos megfigyelések szolgálhatnak olyan adatokkal, melyek a meteoritbecsapódásos elméletet támasztják alá. A tűzkőből és



2. ábra • Az optikai mikroszkópos felvétel három kristálytani orientációban (fehér vonalak) rendezett planáris mikrostruktúrákat mutat, mely a dél-afrikai Vredefort-meteoritkráterből származó kvarcsczemcsén készült (Gucsik et al., 2003)

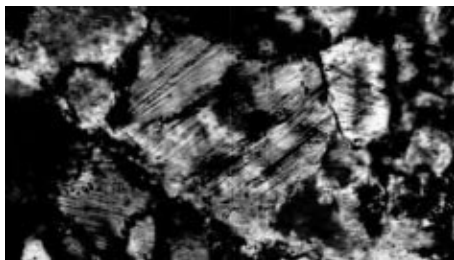


3. ábra • Oikejama-hegy (fekete háromszög, 1905 m) és környékének légifelvétele (Sakamoto et al., 2010)

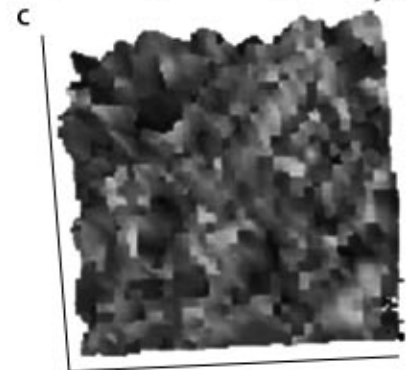
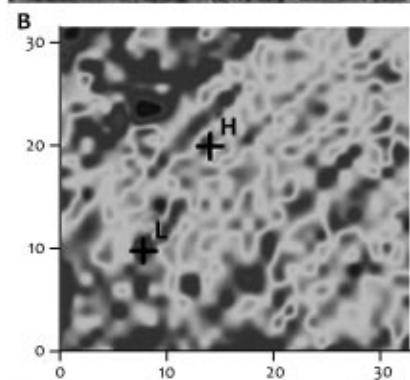
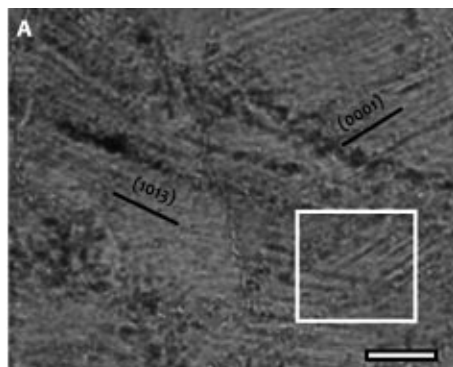
homokkőből származó kvarcon sikerült kimutatni párhuzamos, lemezes mikrostruktúrákat, melyek jól illeszkednek a bizonyított meteoritkráterekből korábban leírt planáris mikrodeformációkhoz (4. ábra) (Sakamoto et al., 2003).

Az általunk kimutatott mikrostruktúrák csak egy kristálytani orientációt mutatnak, és néhány esetben kissé görbültek. Ennél a pontnál megtorpant a kutatás, hiszen az előbb említett tulajdonságokat tektonikai eredetű mikrostruktúrák is mutatják. Ráadásul a terület és környéke igen aktív tektonikai mozgásra utaló jegyeket visel magán. Amennyiben nem sikerül a mikroszerkezetek között lévő anyagról bebizonyítani az amorf (üvegesedett) tulajdonságokat, úgy ezen ásványtani jegyeket nem lehet elfogadtatni a meteoritkráter eredet igazolásához (Langenhorst, 2002).

Az üvegesedett planáris mikrolemezek (5a. ábra) kimutatásához egy új módszert kellett kidolgozni. A Raman-spektroszkópia bizonyult a leghatásosabb eszköznek e feladat elvégzéséhez. Raman-jelenségről akkor beszélünk, amikor a monokromatikus fény (például lézernyaláb a látható színek tartományban) molekulákkal lép kölcsönhatásba, és



4. ábra • Több kristálytani irányba rendeződő planáris mikrostruktúrák az Oikejama-hegy kvarcsemcséin – a legfontosabb ásványtani bizonyítékok egy meteoritkráter bizonyítási eljárásánál



5. ábra • Egy új módszer kifejlesztésével sikerült bebizonyítani, hogy a planáris mikrostruktúrákat (a) amorf lemezek alkotják a Raman 2D (b) valamint 3D (c) képalkotás segítségével (Sakamoto et al., 2010). Az üvegesedett mikrolemezek térbeli elhelyezkedése itt jól látható, összehasonlítva az előző optikai mikroszkópos felvételhez (a) képet is. H: kristályosodott; L: üvegesedett.

hullámhosszváltozás következik be. A szórt fényt a műszer detektora és jelfeldolgozó egységei alakítják olyan ún. Raman-spektrummá, amely csak a vizsgált anyagra jellemző. Segítségével olyan anyagok is vizsgálhatók, amelyek más anyagvizsgálati módszerrel nehezen vagy egyáltalán nem mérhetők. A Raman-effektust Csandrasekhar Venkat Ráman (Sir Chandrasekhara Venkata Raman) indiai (1888–1970) fizikusról nevezték el, aki felfedezéséért 1930-ban fizikai Nobel-díjat kapott.

A Raman-spektrum a mintában lévő kötések adja, melyek utalnak a rezgések típusaira (szimmetrikus és aszimmetrikus nyújtás, hajlítás). Párhuzamosan a spektrumokkal lehetőség nyílik a rezgések két- és háromdimenziós felvételeinek készítésére (5b–c. ábra), melyek a kiválasztott minta egy bizonyos területének rezgéstípusait ábrázolják egy speciális szoftver segítségével. A Raman-spektroszkópia potenciális hasznosítása abban is rejlik, hogy nem igényel bonyolult mintaelőkészítést, nem roncsoló és gyors eredményt ad (McMillan, 1984; Okumura et al., 2006).

A kvarc legfontosabb Raman-vibrációs csúcsának hullámszáma (a hullámhossz reciproka) 464 cm^{-1} (O-Si-O hajlítás). Korábban már felfigyelték arra, hogy a kvarcüregek

viszonylag gyenge rezgést mutatnak a 464 -es csúcs közelében, a rövidebb kötési távolság miatt (McMillan, 1984). Az itt említett fontos információt felhasználhatjuk az Oikejama-minták esetében is. Referenciaméréseinket bizonyított meteoritkráterből származó és jól fejlett planáris mikrostruktúrákon végeztük el. Az itt kapott eredményeket összehasonlítottuk az Oikejama kvarcmintáin mért spektrumok vizsgálati eredményével, ami egyértelműen a sokk metamorfizáció jelenlétére utaló amorf szerkezeteket mutatott ki. Tapasztalatainkat a *Meteoritics and Planetary Sciences* című szakfolyóiratban tettük közzé (Sakamoto et al., 2010).

Természetesen óhatatlanul felmerül a kérdés, hogy Magyarország területén van-e meteorit becsapódására utaló jel. Az eddig felsorakoztatott meteoritkráter-jelöltek közül egyikre sem jellemzők a fent említett ásvány- és kőzettani bizonyítékok. Hazánk nagy részét fiatal (holocén és pleisztocén kori) üledékek fedik, ezért inkább a fedett meteoritkráterek jöhetnek szóba a további kutatási munkákban.

Kulcsszavak: *Japán, meteoritkráter, jégkorszak, ásványtan, Raman-mikrospektroszkópia*

IRODALOM

- Earth Impact Database (2010): <http://www.unb.ca/passc/ImpactDatabase>
- French, Bevan M. (1998): *Traces of Catastrophe: A Handbook of Shock-Metamorphic Effects in Terrestrial Meteorite Impact Structures*. LPI Contribution No. 954. Lunar and Planetary Institute, Houston http://www.lpi.usra.edu/publications/books/CB-954/CB-954_intro.html
- Grieve, Richard A. F. (1991): Terrestrial Impact: The Record in the Rocks. *Meteoritics*. 26, 175–194. • <http://articles.adsabs.harvard.edu/full/1991Metic..26..175G>
- Grieve, Richard A. F. – Langenhorst, F. – Stöffler, D. (1996): Shock Metamorphism of Quartz in Nature

- and Experiment: II. Significance in Geoscience. *Meteoritics & Planetary Science*. 31, 316–325.
- Gucsik Arnold – Koeberl, C. – Brandstätter, F. – Libowitzky, E. – Reimold, W. U. (2003): Scanning Electron Microscopy, Cathodoluminescence, and Raman Spectroscopy of Experimentally Shock Metamorphosed Quartzite. *Meteoritics & Planetary Science*. 38, 8, 1187–1198.
- Gucsik Arnold – Koeberl, C. – Brandstätter, F. – Libowitzky, E. – Zhang, M. (2004): Infrared, Raman and Cathodoluminescence Studies of Impact Glasses. *Meteoritics & Planetary Science*. 39, 8, 1273–1285.
- Langenhorst, Falko (2002): Shock Metamorphism of Some Minerals: Basic Introduction and Microstruc-

- tural Observations. Bulletin of the Czech Geological Survey. 77, 265–282. • www.geology.cz/bulletin/contents/2002/.../03langenhorstfinal.pdf
- McMillan, Paul F. (1984): Structural Studies of Silicate Glasses and Melts – Applications and Limitations of Raman Spectroscopy. American Mineralogist. 69, 622–644. • www.minsocam.org/ammin/AM69/AM69_622.pdf
- Montanari, Alessandro – Koeberl, Christian (2000): *Impact Stratigraphy: The Italian Record. Lecture Notes in Earth Sciences 93. Springer, Heidelberg* • http://books.google.hu
- Okumura, Tasuku – Nishido, H. – Gucsik A. – Ninagawa, K. (2006): *Cathodoluminescence and 3D Raman Spectroscopy of Shocked Quartz from Impact Craters* (Abstract #90284). *19th General Meeting of the International Mineralogical Association, Kobe, Japan. CD-ROM.*
- Sakamoto, Masao (1978): Geology of Chichibu Terrain in Shimoina District, Toyama Area (in Japanese). Bulletin Shimoina Natural Sciences. 1, 85–108.
- Sakamoto, Masao (1980): Geology of Chichibu Terrain in Tohyama Area in the Akaishi Mountains. Research of Structural Movement in Mesozoic Age. 2, 31–36.
- Sakamoto, Masao – Gucsik, A. – Nishido, H. – Ninagawa, K. – Okumura, T. – Toyoda, S. (2010): Micro-Raman Spectroscopy of Anomalous Planar Microstructures in Quartz from Mt. Oikeyama: Discovery of a Probable Impact Crater in Japan. Meteoritics and Planetary Science. 45, 32–42.
- Sakamoto, Masao – Gucsik, A. – Ninagawa, K. – Toyoda, S. – Nishido, H. (2003): Planar Microdeformations from Oikeyama Crater, Nagano Prefecture, Central Japan (Abstract). Evolution of Solar System Materials: A New Perspective from Antarctic Meteorites. *Tokyo: National Institute of Polar Research. 124.*
- Stöffler, Dieter – Langenhorst, Falko (1994): Shock Metamorphism of Quartz in Nature and Experiment: I. Basic Observation and Theory. Meteoritics. 29, 155–181.
- Uemura, T. – Yamada, T. (eds.) (1988): *Regional Geology of Japan. Part 4, Chubu I. Kyoritsu Shuppan Publ., Tokyo, 1–52.*



A KÖZÖS AGRÁRPOLITIKA 2013 UTÁN: A SZAKMAI ÉS TÁRSADALMI VITA ÖSSZEFOGLALÁSA

Jámbor Attila

egyetemi adjunktus,
Budapesti Corvinus Egyetem Agrárközgazdasági és Vidékfejlesztési Tanszék
attila.jambor@uni-corvinus.hu

A Közös Agrárpolitika (KAP) már több mint ötven éve folyamatosan fejlődik, és 2013-ban történetének újabb szakasza zárul le. 2014. január 1-jétől ugyanis újabb hétéves költségvetési periódus kezdődik az Európai Unióban, amely, többek között, a mezőgazdaságot is érinti. 2010 áprilisában hivatalosan is megkezdődött az Európai Bizottság kommunikációja (a társadalmi vita elindításával) a KAP következő reformjáról, amelynek keretében az eredetileg megfogalmazott négy kérdésre¹ minden EU-polgár, bármilyen érintett intézmény, kutatóintézet vagy szakértő válaszolhatott. A Magyar Nemzeti Vidéki Hálózat szervezésében jelentős számban képviseltették magukat a vitában magyar civilek, magánszemélyek és szakmai szervezetek is (MNVH, 2010). A nemzetközi vita nagyságára jellemző, hogy a kérdésekre közel 5700 válasz érkezett, messze felülmúlva a bizottság várakozásait. A hozzászólásokat egy július közepén megtartott brüsszeli konfe-

rencián értékelték és elemezték, majd a konferenciát követően (2010. július 20-án) hivatalosan is lezárult a nyilvános vita, és az Európai Bizottságban kezdetét vette a jövő agrárpolitikájának érdemi kidolgozása (EC, 2010). A társadalmi vitától függetlenül 2008 (a KAP legújabb reformja) óta a nemzetközi tudományos szakmai életben is számos cikk, tanulmány és jelentés jelent meg a KAP jövőjéről.

Ahogy a tudományos és társadalmi vitából is egyaránt kitűnik, a KAP reformja nem csak mezőgazdasági területeket érint. A globális élelmiszer-ellátástól és élelmiszer-biztonságtól kezdve a klímaváltozás kezelésén át egészen a vidékfejlesztésig számos kérdés kerül terítékre. A cikk célja, hogy a tudományos és társadalmi vita keretében megjelent nemzetközi és hazai vélemények, tudományos cikkek és jelentések összefoglalásával a hazai tudományos élet képviselőivel és minden érdeklődővel megismertesse a reform legfontosabb területeit. Ennek érdekében áttekintjük a szakmai és társadalmi vita által érintett legfontosabb reformterületeket és azok kritikáit, valamint ismertetjük a konkrét javaslatokat, ötleteket is. Ezzel a törekvé-

¹ 1. Miért van szükség egy európai Közös Agrárpolitikára? – 2. Mit várnak az EU polgárai a mezőgazdaságtól? – 3. Miért kell megreformálni a Közös Agrárpolitikát? – 4. Milyen eszközökre van szüksége a jövő Közös Agrárpolitikájának?