



7. ábra. Az Orléans-i kiküldetés a) az ISAR minták, b) optikai mikroszkóp (a képen az intézet egyik doktorandusza: Keyron Hickman-Lewis)

segít, noha nem Marson dolgoznak a kutatók, a vörös bolygóra releváns eredményeket is kaphatnak.

A magyar analógia kutatóprogramot az NKFIH a COOP-NN-116927 pályázattal támogatta, továbbá köszönetet érdemel az eddigi munkában nyújtott segítségért Bradák Balázs, Józsa Sándor, Kiss Klaudia, Szalai Zoltán, Szeberényi József, Sztanó Orsolya és Újvári Gábor.

Az írás a Magyar Tudományos Akadémia Természettudományi Kutatóközpontja (MTA TTK) és a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat (TIT) közös ismeretterjesztő cikkpályázatán harmadik díjat kapott.

Irodalom

- [1]Kereszturi Á. 2012. Mars – fehér könyv a vörös bolygóról. Magyar Csillagászati Egyesület, Budapest
- [2]Kereszturi Á., Bradák B., Újvári G. 2015. Hogyan vizsgálhatnánk más égitesteket a Kárpát-medencében? Természet Világa, 172-175.
- [3]Pál B., Kereszturi Á. 2015. Evaluation of liquid brine appearance at ExoMars rover's candidate landing sites. 46th Lunar and Planetary Science Conference, abstract 1796.
- [4]Kereszturi Á., Újvári G., Bradák B. 2014. Estimating the origin and transport process of grains expected to find during the drill of ExoMars rover mission. 45th Lunar and Planetary Science Conference, abstract 1496.

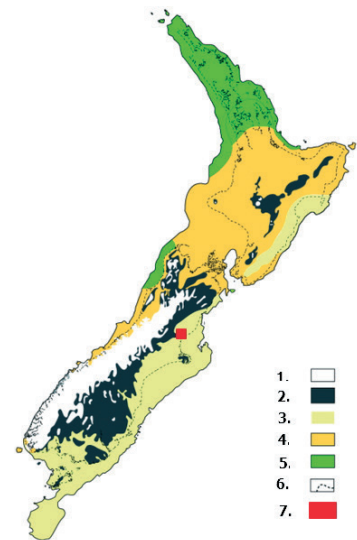
SÜMEGI PÁL–GULYÁS SÁNDOR–
SÜMEGI BALÁZS PÁL

Új-Zélandon jártunk, mesterségünk címere a löszkutatás

A negyedidőszaki szárazföldi képződmények közül az egyik legjellemzőbb közettípus a lösz, amely bolygónk felszínén mintegy 10 millió km²-t borít. A jégkori sárga üledéket alkotta löszös rétegekről és a bennük található fosszilis talajszintekről az első tudományos megfogalmazások Luigi Ferdinando Marsigli gróf (1658–1730) tollából származik. 1726-ban kiadott művében szerepel a következő két latin mondat: „Terra nigra fructifera pinguis. Terra lutosa cinerive et in fragmento cretacea priabilis” = „Fekete termékeny kövér föld (= fekete televény, azaz talaj). Sárgásszürke föld karbonátos fragmentumokkal (= lösz konkréciókkal).” Ez a munka az oszmán megszállás alól felszabadított királyi Magyarország déli részén, a Duna völgyében végzett utazást mutatta be, ahol a dunai magaspartokat alkotó löszös rétegeket és fosszilis talajokat ismert fel Luigi Ferdinando Marsigli gróf. Ezzel szinte egy időben a Balaton déli részén, a somogyi partokat alkotó sárga földet (= löszös rétegeket) írta le Bél Mátyás magyar polihisztor Balatonkeresztúron. Majd Robert Towson, a skót akadémia tagja tárta fel a tatai gimnázium alatt található szörnyű elefántcsontokat (mamutcsontokat) tartalmazó löszös rétegeket 1790-es években a magyarországi utazásai során. Ezt követően a francia geológus, François Sulpice Beudant ismert fel és térképezte a diluviális (jégkori) sárga földet a Balaton környékén, és térképre is vitte az elterjedésüket (1818).

A löszös képződmények első tudományos leírójának mégis a német heidelbergi ásványtani professzort, Karl Caesar Ritter von Leonhard (1779–1862) bárót tartjuk. Leonhard a Rajna völgyében felismerte, leírta, és a német bányászati lose (laza) kifejezést átveve, lösznek nevezte el ezt az üledékes képződményt 1824-ben megjelent könyvében. Leonhard a löszös rétegekből előkerült csigafajok héjait és a ma-

mutcsontokat is megemlíti ebben a munkájában, és többek között csigahéjas talajként (*Schneckelhausen Boden*) említi az Oppenheim környéki löszöket. Leonhard eredményeit Charles Lyell (1797–1875) a *Földtan alapelvei* (Principles of Geology)



1. ábra. Új-zélandi szigetek jégkori kiterjedése és növényzete az utolsó eljegesedési maximumban, 20–21 ezer évvel ezelőtt (Newnham et al. 2007)
1: jégtakaró kiterjedése; **2:** jégtakaró peremén kialakult tundra jellegű növényzet; **3:** olvadékvízsíkság és porfelhalmozódási övezet löszsztyeppel és szórtan fákkal, cserjékkel; **4:** fenyővel, déli bükkal (*Notofagus*) kevert erdősztyepp; **5:** döntően déli bükk- és kőtiszafaf- (*Podocarpus*) erdők; **6:** Új-Zéland mai partvonal; **7:** a vizsgált lelőhely

munkájában népszerűsítette, és az egész világon elterjesztette a lösz közettani – geológiai szakkifejezést (1833). Ezt követően a világ sok területén felismerték a löszös



2. ábra. Oamaru-parti löszrétegek. A vulkanikus alapkőzet felett morénarétegek és az ezekre települt jégkorvégi löszös üledék található

képződményeket, de a képződési körveze-tükről a német földtudományi szakember, *Ferdinand von Richthofen* (1833–1905) és a magyar geológus, id. *Lóczy Lajos* (1849–1920) kínai útjait követően, az igen jelentős vastagságú kínai löszös rétegek felismerése és leírása után alakították ki csak az első reális elképzeléseket. Az említett kutatók kínai útjáig tavi, folyóvízi képződménynek tartották a löszös rétegeket – elsősorban azért, mert a löszös rétegek egy részében jelentős mennyiségű, vízi környezetben élő csigafaj héjait találták meg.

Az új-zélandi löszök

Ezekkel az első löszleírásokkal és tudományos munkákkal párhuzamosan ismer-te fel és írta le *Julius von Haast* (1822–1887) bonni születésű geológus Új-Zé-land déli szigetén, Christchurch város-kától déli irányban lévő Banks-félsziget löszképződményeit 1878-ban, majd a Canterbury síkságon 1879-ben. Julius von Haast, vagy, ahogy angol nyelvte-rületen hívták, *John Francis Julius von Haast*, kereskedőnek szánták, ezért 1858-ban, a 1840-től már a gyarmattá alakított Új-Zélandra küldte egy angol kereskedel-mi ház. Itt viszont a korábbi tanulmányai, és fiatalkori álmai után indult inkább, és geológusként, paleontológusként kezdett el dolgozni. A löszképződmények mellett az óriásfutó és ragadozó madarakat, a ki-halt endemikus röpképtelen moákat, és a Földünkön valaha élt legnagyobb, 3 mé-

teres szárnyfesztávolságot, és 12–15 kg is elérő óriási ragadozó sást is leírta csontok alapján. A Philosophical Institute of Can-terbury és Canterbury Museum nevű inté-zetet is Haast alapította, és ez utóbbiban a geológia és paleontológia tanáraként dolgozott. Érdemeiért lovaggá ütötték, a Déli-sziget északnyugati partjának egyik

legnagyobb városkáját, az odavezető há-gót és egy kőzetet egyaránt Haast-ról, az új-zélandi löszök első felismerőjéről ne-vezték el.

A következő új-zélandi löszkutató, *John Hardcastle* (1847–1927) Angliából vándorolt be, aki Yorkshire-ben született, és az új-zélandi Timaru kisvárosának kikötőjében (Darling Harbour) található löszös réteg-sort elemezte. Munkája során felismerte a timarui löszben található két erőteljes fosz-szilis talajt, és rámutatott a löszök és a fosz-szilis talajok klímajelző szerepére 1890-ben. Ugyancsak Hardcastle ismerte fel az új-zé-landi löszök elemzése során, hogy poranya-gát a nagy „jégmalom”, azaz a jégkori, óri-ásira duzzadt gleccserek és jégtakarók ala-kitották ki azzal, hogy a hegységek anyagát lepusztították és a hegységek előterébe szá-lították a törmelékét. Onnan aztán további, elsősorban eolikus áthalmazódással kerültek megtalálási helyükre, a gleccserek és jégtakarók előterében található olvadékvíz-sík-ságok peremén kifejlődött löszös síkságokra. Ez a gondolkör, amelyet ma már több-szörösen is megerősítettek a kutatások, csak 80–90 év múlva került a kutatásokban veze-tő atlanti kutatócentrumok gondolkörébe.

Ugyanakkor tudnunk kell, hogy mind az új-zélandi (**1. ábra**), mind az argentin (pata-góniai) löszök kivételes helyzetben vannak, mivel a déli félteke közepes szélességén is lehetővé teszik a löszös képződmények vizsgálatát és összehasonlító elemzését az észak-amerikai és az eurázsiai löszökkel. Mindezek mellett kiemelkedő szerepük van

3. ábra. Lake Tekapo (Tekapó-tó), a 2011-es AQUA találkozó magyar–új-zélandi löszkutatói együttműködés megkötésének helyszíne a Christchurch város reptere felé ereszkedő repülőgépről fotózva



e képződményeknek abban, hogy jobban megérthessük a jégkorban lejátszódó klímaváltozásokat és azok környezetre gyakorolt hatását, melyek nyomán korrekett összehasonlítható elemzéseket végezhetünk az északi és a déli féltekén a jégkor végén lejátszódott éghajlati változások menetéről, kifejlődéséről és szinkronizációjáról.

Az új-zélandi löszök esetében kiemelkedő jelentőségű, hogy a jégkorszak hidegebb periódusaiban a Déli-szigeten található Déli-Alpok hegységei teljesen eljegesedtek, és így a megnövekedett erózió, valamint a hegység előterében kialakult gyér növényzeti borítás következtében hatalmas mennyiségű glaciális por alakulhatott ki és szállíthatott, rakódott le a Déli-sziget peremén. Ebből az igen nagy mennyiségű poranyagból jelentős vastagságú löszrétegek fejlődtek ki (2. ábra), de még a környező tengeri területeken is jelentős mennyiségű, szárazföldi eredetű poranyag keveredett a tengeri üledékekhez. Az igen korai tudományos kezdetek és a geológiai adottságok ellenére a jégkori valódi szárazföldi képződményekből, köztük a löszökből

ez a jelentős különbözőség azért alakult ki, mert a löszrétegekké formálódott poranyag alapközetét a Déli-Alpok keleti részén található karbonátmentes *Torless Grauwacke* sorozat aprózódása alkotta. Viszont a Canterbury-síkság északi részén, Christchurch város környezetében, valamint a Déli-sziget legészakibb részén, Marlborough és Blenheim vidékén a harmadidőszaki karbonátos alapközetek aprózódása nyomán karbonátos löszök fejlődtek ki, amelyben a gerinces-maradványok, csigahéjak, moa tojás-héjak kiválóan konzerválódtak. Az első új-zélandi terepi gyűjtések során itt találtunk jó megtartású, unikális löszcsigákat 2005-ben, amikor is elhatároztuk, hogy legalább egy „*kiwilandi*” löszszelvényt feldolgozunk.

Miért a szegedi kutatók végezték a vizsgálatokat?

A magyar löszkutatás a konzervatív alpi nevezéktan használata és a ma már még hazai szinten is meghaladott hivatalos rétegtan

közelítés fejlődött ki, míg a Kolozsvárról a trianoni békediktátum után Szegedre átköltözött egyetem és geológusok, *Sümeghy József* (1892–1955), *Miháltz István* (1897–1964) munkája nyomán a löszök részletes, *analitikus* geológiai, őslénytani elemzése alakult ki. Olyan őslénytani vizsgálatokat végző szegedi biológusok és paleontológusok (*Czögler Kálmán*, *Rotarides Mihály*, *Greguss Pál*, *Miháltzné Faragó Mária*, *Horváth Andor*) csatlakoztak ehhez az iránytárhoz, akik megalapították a Kárpát-medencei löszök malakológiai, paleobotanikai, közte pollenanalitikai, valamint a löszökben található széntült famaradványokkal foglalkozó anthrakológiai elemzéseket. Ennek a szegedi kutatócsoportnak a legkiemelkedőbb eredményeihez tartozik a Szeged – őthalmi lösz – paleolit lelőhely (1935–1936) és a paksi téglagyár (1952–1954) részletes geológiai és őslénytani vizsgálata.

Mivel a tanítványok (*Dobos Irma*, *Molnár Béla*, *Szőnoky Miklós*, *Iványosi-Szabó András*, *Kuti László*, *Mucsi Mihály*, *Kriván Pál*, *Moldvay Lóránt*, *Ungár Tibor*, *Urbancsek János*) töretlenül folytatták ezeket a kutatásokat az Alföldön, így a XXI. századunk kezdetén már igen jelentős adatbázis alakult ki Szegeden a Földtani és Őslénytani Tanszéken a löszök üledékföldtani, geokémiai, őslénytani vizsgálatáról. Majd 2000-től ezek a vizsgálatok új szinten folytatódtak, mivel a löszök vizsgálatába igen nagyszámú és sorozatot alkotó radiokarbon-elemzéseket, és statisztikusan értékelhető üledékföldtani, őslénytani analíziseket, közte növényi opalit- (fitolit), pollen-, növényi alkanvizsgálatokat kapcsolunk be. Mindezek mellett a löszös rétegsorokat addig soha nem használt, mindössze 2–4 cm vastagságú, néhány évtized alatt kialakult mintákra bontva gyűjtöttük be, és vizsgáltuk meg, valamint ezeket az elemzéseket kiterjesztettük a Vajdaságra, Baranya horvátországi részeire és a Partium területére is. Ennek nyomán a Kárpát-medencét átformáló üledékképződési modelleket, valamint paleobiogeográfiai rekonstrukciókat dolgoztunk ki az elmúlt mintegy 20 év során.

Ezekre az új megközelítésekre és eredményekre azonnal felfigyelt a nemzetközi kutatás, és kínai, közép-ázsiai, dél-szibériai expedíciók mellett új-zélandi tudományos együttműködés kialakítására is sor került 2011-ben, a Lake Tekapo-nál (3. ábra) szervezett ausztrál és új-zélandi negyedidőszak kutatókat tömörítő AQUA előadó ülésén. Ennek nyomán, és a 2005-ben végzett első terepi gyűjtés tapasztalatai alapján kezdtük el a közös munkát *Peter Almond* tanszékvezető egyetemi docenssel, az új-zélandi Lincoln Egyetem tanárával 2014-ben (4. ábra). Munkánk szerencsésen egybeesett a déli féltekén negyedidőszaki képződményeit vizsgáló kutatók azon törekvéseivel, hogy a jégkor legvé-



4. ábra. A magyar–új-zélandi team a Csendes-óceán partján (balról: Sümeghi Pál, Peter Almond, Gulyás Sándor)

viszonylag kevés éghajlat- és környezettörténeti vizsgálat készült Új-Zélandon, mivel elsősorban a tengeri, tavi–lápi képződményeken végeztek ilyen irányú vizsgálatokat a kutatók. A löszök iránti visszafogottabb tudományos érdeklődéshez az a tény is hozzájárult, hogy az új-zélandi löszök jó részét a karbonátmentesség és az enyhén savas pH jellemzi, ezért csontok, tojás-héjak, csigahéjak nem maradtak fenn ezekben a rétegekben. Az eurázsiai löszök összetételétől

ni nomenklatura ellenére a világ élvonalába tartozik, mivel Lóczy Lajos kínai kutatásait követően, irányítása alatt az 1880-as évektől megkezdődött a Magyar Állami Földtani Intézetben a löszök agrogeológiai vizsgálata, térképezése. Majd a magyar löszkutatásban kétféle irányzat alakult ki az 1920-as években. Budapesten a *Cholnoky Jenő* professzor, majd *Bulla Béla* professzor alapította makroszkopikus rétegekre koncentráltó, szemlélődő, *filozofikus* meg-



5. ábra. Az Mt. Cass löszszelvény a munkánk kezdetén

gén, az utolsó 30 ezer év során kialakult globálisan is kimutatható hidegmaximumot (Last Glacial Maximum) a lehető legrészletesebben elemezzék. A lehetséges terepi helyszíneknél olyan lelőhelyek közül szelektáltunk, ahol

Omihi szeli át. A waiparai löszös rétegek szempontjából az Omihi-folyónak van kiemelt jelentősége. Ugyanis a vizsgált területen karbonátos harmadidőszaki képződményeket erodált ez a folyó, mégpedig olyan

gátat alá vont terület bár a nyugati szelek, az ún. „üvöltő negyvenesek” övezetében esik, az egész terület klímáját mégis a Déli-Alpok hegyvonulata befolyásolja. Nyáron (az északi félteke telén) a hegység szélvédett oldalán kialakuló északnyugati fön szél nyomán száraz és meleg idő alakul ki. Ekkor a hőmérséklet 18–26 °C közötti, de elérheti a 30 °C-ot is. A telek hűvösesek, nem ritkán havasak is, a levegő hőmérséklete 7–14 °C közötti. Így az évi középhőmérsékleti átlag 12–13 °C közé esik. A vizsgált területtől nyugati irányban található az Omihi-folyó, ahol az ősmaradványokat megcélzó iszapoló helyünket kialakítottuk, és mély, 10–15 méteres, szinte teljesen függőleges löszfalak övezik a medrét. Az Omihi-folyóhoz nagy kiterjedésű, az egész területet sakkáblaszerűen felosztó aszóvölgy-hálózat kapcsolódik.



6. ábra. Új-zélandi védőszerelésben

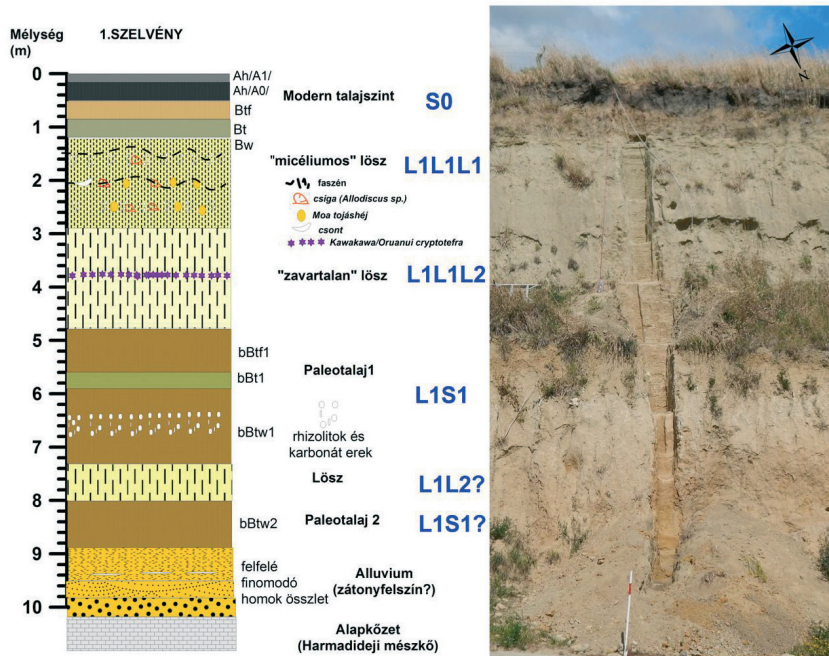
már voltak korábban gyűjtések, így már egyértelmű volt, hogy a szelvény feldolgozása során az utolsó 30 ezer évre vonatkozó, és lokálisan, globálisan is egyaránt használható geológiai és őslénytani rekordokhoz juthatunk. A lelőhelyek ilyen irányú válogatása nyomán választottuk a terepi mintavétel, és a laboratóriumi vizsgálataink, földtani, klimatológiai és környezettörténeti elemzéseink helyszínéül a Canterbury-síkság északi részén a Waipara falucska melletti, a Csendes-óceántól néhány kilométerre, és a Mt Cass-re felvezető út mentén található löszszelvényt (5. ábra).

Terepi munkálatok

A szelvényt magába foglaló terület Mt. Cass régió. Ezt a régiót a terület fő vízgyűjtő folyója, a Waipara-folyó és mellékfolyója, az

módon, hogy a Marine Isotope Stage 2 (MIS2 = 25 és 16 ezer évek között) megfelelő szakaszban a jégtakaró kiterjedése és ennek következtében lecsökkent tengerszintet, az erózióbázis mozgását követve bevágódott saját allúviumába. A karbonátos és kőzetlisztes gazdag allúvium felszíne így kiszáradhatott, és a szél által áthalmazott szemcsék alapanyagul szolgálhattak a Mt. Cass-i lösz alapanyagának. A szelvény szerkezetileg követi a területen húzódó Black antiklinális vonalát, a szelvényünk bázisát az antiklinális boltozatának megfelelően meghajlott, erőteljesen erodált és jégkori (pleisztocén) folyóvízi összlettel fedett oligocén mészkő alkotja. Az egész Déli-sziget folyamatos tektonikai aktivitásának következményeként a vizsgált szelvényrész a negyedidőszaki teraszfelszínekből kiemelkedett és enyhén KDK-i dőlésű. A szelvény kiettsége ÉÉK-i volt. A vizs-

gátat alá vont szelvény 300 méter széles volt, és a legjelentősebb vastagságú, platóhelyzetű szelvényrészelt választottuk ki mintavételre. A mintavételezés fizikai munkával kezdődött, mivel mintegy méter szélesen és másfél méter mélyen meg kellett tisztítani a kiválasztott profilt. A teljes munkát biztonsági kötélen és hevederen lógva, Új-Zélandon kötelező biztonsági felszerelésben (védősisak, zárt védőruha, védőbakancs, védőkesztyű és védőszemüveg) kellett elvégezni (6. ábra). A letisztított profilból 2 cm-ként emeltünk ki mintákat mágneses szuszceptibilitás, lézer szedigráfias szemcseösszetétel, izzártási vesztesség, és geokémiai vizsgálatokra (7. ábra). Mivel az elemzésekre majd 500 mintát gyűjtöttünk be, és ezeket az analíziseket Magyarországon végeztük el, a hajóúton és vasúton szállított minták mennyiségét is végig kellett gondolni. Az őslénytani vizsgálatokhoz mintánként 30 liter üledéket emeltünk ki mintánként, és szállítottuk le az Omihi-folyó völgyében kialakított iszapoló helyhez. Az iszapolásra 0,5 mm átmérőjű szitaszövetet használtunk, és szítán fennmaradt csigahéjakat, madártojásdarabokat, csontokat, és szennelt fákát válogattuk ki és határoztuk meg. A tömeges iszapolást és vizsgálatot azután döntöttük el, hogy a szelvény kialakítása során a tisztított falból moatojás-héj-darabok és a tudományra nézve új csigafajhéjak is előkerültek. A tojás-héjakat, gerinces-maradványokat és csigahéjakat felhasználtuk a legújabb radiokarbonos (AMS) vizsgálatokra is.



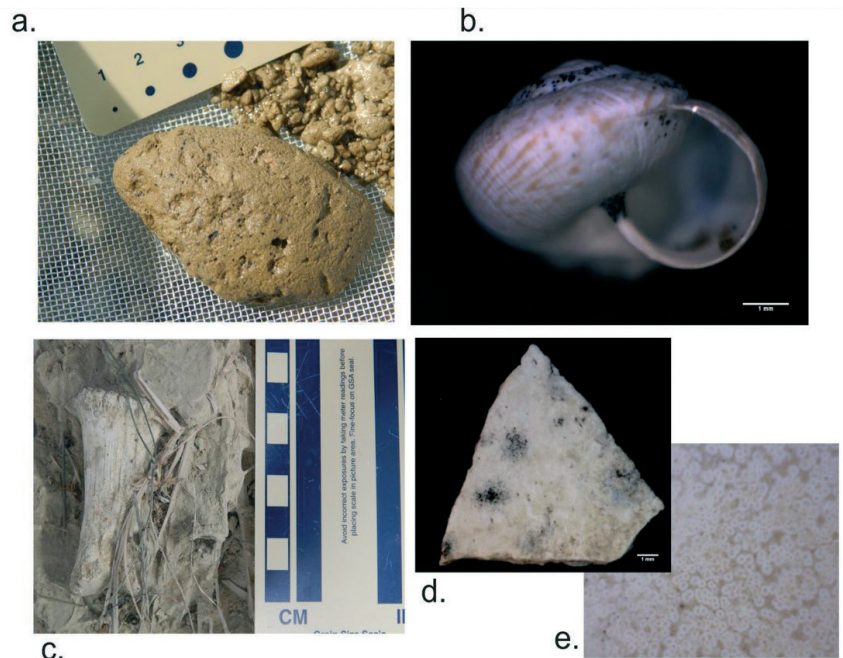
7. ábra. A 2014 januárjában terepi munka során kialakított szelvény és rétegsora geológiai és őslénytani jellegzetességekkel (Gulyás et al. 2014)

rizont mintegy 4,5 méteres kifejlődési volt a vizsgált profilrészén. A makroszkóposan homogénnek tűnő löszsorozatot egy a geokémiai és mágneses szuszceptibilitás vizsgálatok során feltárt, rejtett vulkániporszint, úgynevezett rejtett tefraréteg osztja ketté (7. ábra). A kriptotefraszint 475 cm-nél húzódik és kora több kronológiai mérés alapján 25 400 +/- 200 év. Mindezek alapján a szelvény felső, megközelítőleg 4,5–4,7 méteres szakasza 25 ezer évnél fiatalabb. Ennél a szelvénytájaknál található a legfontosabb kapcsolódási pontot az új-zélandi löszök és a magyarországi löszök között, elsősorban a madarasi, katymári, szeged-öthalmi löszös sorozatokkal kapcsolatban, mivel ezeknél a szelvényeknél 25 ezer évnél egy jellegzetes talajhorizont húzódik. Ezek a rétegtani adatok jó szinkronizációs lehetőséget, a fosszilis talaj, illetve a tefraszint vezérrétegeket biztosítanak az északi és a déli félteke szelvényei között, és ennek nyomán a környezeti változások kronológiailag összehasonlíthatóvá válnak.

Vízszint nem 25 ezer évvel ezelőtt, hanem 24 és 24,5 ezer év között történt az általunk vizsgálat alá vont új-zélandi löszszelvényben a legjelentősebb környezeti változás, a lösz színe sötétebbé vált, szövetében a

A szelvény vizsgálatának eredményei

A mintegy méter széles és 10 méteres profil átfogja a modern talajtól a karbonátos alapkőzetig tartó teljes rétegsort (7. ábra). Ennek alapját az erősen erodálódott oligocén korú mészkő alkotta. Erre települt a profilban mintegy méteres kifejlődésben felfelé finomodó, sík párhuzamos, majd vályúsán kereszttrétegzett fonatos folyómeder zátonyára jellemző aprókavicsos durvahomok, illetve durvahomokos középhomok települt, helyenként felszakított agyagos csomókkal keverve. A felszíntől számítva mintegy 9 méteres mélységben, a fonatos medrek által kialakított övzátony felszínén alakult ki az első, vörösbarna színű, erőteljes karbonátos konkréciókat, karbonátos gyökérkitöltéseket tartalmazó, finomhomokos szemcseösszetétellel jellemezhető egykori talaj. Erre a rétegre települt a mintegy félméteres kifejlődésben barnássárga színű, rétegtelen löszszerű ötlelet. Ezen a löszös üledéken mintegy 2,5 méter vastagságú sárgásbarna színű paleotalaj fejlődött ki, amelynek alsó szintjében 10–15 cm hosszúságú karbonátterek, karbonátkonkréciók, kalcitosodott gyökérmadaradványok (rizolitok) találhatóak. A paleotalaj felső szintjében megtalálható volt a világosbarna színű kilügzési szint, és az alatta található sötétbarna színű agyagfelhalmozódási horizont. Az agyagfelhalmozódási szintet le számítva, mindenütt a löszös alapkőzet kőzetlisztben gazdag kifejlődése dominált ebben a paleotalajszintben, amely mintegy 2 méteres vastagságú komplexumot alkot.



8. ábra. Fossziliák a szelvényből: (a) faszenes szint; (b) az egyik megtalált új *Allodiscus*-faj; (c) micéliumos löszből származó moa (*Dimornithiformes*) lápközépcsonthéja; (d) moa- (*Dimornithiformes*) tojáshéjdarab a löszszelvényből; (e) a moatojáshej belső felszíne pásztázó elektronmikroszkóp felvételen

Erre a paleotalaj-komplexumra települt a majdnem 5 méteres kifejlődésű löszös réteg, amelyet szürkésbarna színű, rétegtelen, durvakőzetlisztes finomkőzetliszt alkot. A felszínközeli, mintegy méteres talaj ezen a rétegen képződött, ezért a tisztán löszös ho-

finomkőzetliszt-frakció aránya megemelkedett, finom karbonátkiválásokkal (micéliumos lösz) jellemezhető réteg alakult ki. Moatojás-, csontdarabok és csigahéjak, valamint apró szenült famadaradványok kerültek elő ebből a szelvénytájakból. A változások alapján a

páratartalom és a növényzeti borítottság megnövekedett a területen. Valószínűleg egy hűvösebb, de nedvesebb éghajlati fázis fejlődhetett ki, de a mágneses szuszceptibilitás és a szemcsösszetéti értékek még ezen belül is változásokat jeleznek. Úgy tűnik, hogy 300–400 éves enyhébb (mikrointerstadiális) szakaszok 1400–1500 éves hidegebb klímaszakaszokra osztják az utolsó hidegmaximumot. Azaz nem egy egységes hidegszint alakult ki 24,5 és 18 ezer évek között, hanem több lehülési hullám fejlődött ki a rövidebb felmelegedési hullámok következtében. Ezen a ponton található a másik legjelentősebb kapcsol-

nak megfelelő XIII. században jelennek meg az első maorik Új-Zéland déli szigetén. A Mt. Cass löszszelvényén elért eredményeinket erősítik meg a déli sziget korábbi szárazföldi jégkori rekordjai, mindenekelőtt a Galway-tengerszem pollenlemezése, valamint a barlangi cseppkővizsgálatok. Ugyanis ezek nyomán 30 és 18 ezer évek között kifejlődött új-zélandi lokális elnevezéssel Otira glaciálisnak (9. ábra) nevezett szintben 29 ezer, 25 ezer és 22 ezer éveknél lehetett kimutatni interstadiális (felmelegedési) szintet. Ezek a felmelegedési és a köztük lévő lehülési horizontok, annak ellenére, hogy a déli féltekén alakultak ki, nagy vonásokban jól szinkronizálhatóak a megfelelő módon, évtizedes felbontású mintákkal feldolgozott utolsó eljegesedési maximumot tartalmazó magyarországi löszszelvényekkel. Ugyanakkor a helyi tényezők, az eljegesedett hegyvidéki terület közelsége, az Antarktisz felé nyitott helyzet, a folyóvízi hálózat eltérése nyomán jelentős különbségeket is ki lehetett mutatni. Mindezek mellett a Déli-sziget elszigetelt helyzete, az endemizmus kiemelkedő jelentősége mind-mind jelentős különbségeket mutatnak.

Tudományegyetem Archaeológiai Intézetéből, 12. 1–2: 1–13.

Bruce, J.G. 1978. Loess content of soils in the South Island, New Zealand. Scale 1: 1,000,000. Map to accompany. Watt, JPC ed. Loess Soils and Land use on the Downlands of the South Island of New Zealand, with particular reference to the North Otago area. Otago Catchment Board Publication, 4(2), 9.

Gulyás, S. – Almond, P. – Sümei, B.P. – Sümei, P. 2014. A déli kapcsolat – előzetes adatok a déli félteke első nagyfelbontású MIS2 lösz szelvényéhez: a Mt Cass lösz, Waipara, Észak-Canterbury, Új-Zéland. pp. 43 – 54. In: Sümei, P. szerk. Környezetföldtani és környezettörténeti kutatások a dunai Alföldön. GeoLittera Kiadó, Szeged.

Haast, J. 1878. On the geological structure of Banks Peninsula. Transactions and Proceedings of the Royal Society of New Zealand 11: 492-

Haast, J. 1879. Geology of the Provinces of Canterbury and Westland, New Zealand: a report comprising the results of official explorations. Printed at the "Times" Office, Christchurch, 486.

Hardcastle, J. 1889. The origin of the loess deposits on the Timaru plateau. Transactions & Proceedings of the New Zealand Institute 22: 406-414.

Hardcastle, J. 1890. On the Timaru loess as a climate register. Transactions & Proceedings of the New Zealand Institute 23, 324-332.

Horváth, A. 1954. A paksi pleisztocén üledékek csigái és értékelésük. Állattani Közlemények, 44: 171–185.

Newnham, R. M., Vandergoes, M. J., Hendy, C. H., Lowe, D. J., Preusser, F. 2007. A terrestrial palynological record for the last two glacial cycles from southwestern New Zealand. Quaternary Science Reviews, 26: 517-535.

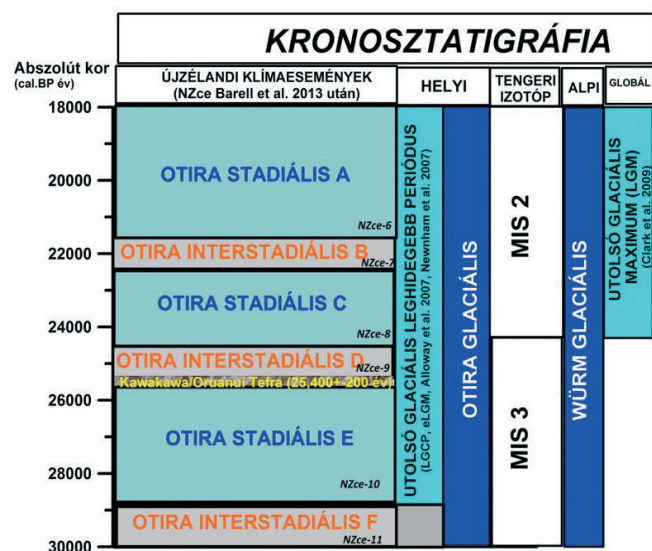
Smalley, I., O'Hara-Dhand, K., Wint, J., Jefferson, I. 2004. Broad summer rivers; narrow winter rivers; loess deposits forming. http://www.loess-lexicon.net/index.php?p=1_5

Schmidt, J., Almond, P.C., Basher, L., Carrick, S., Hewitt, A.E., Lynn, I.H., Webb, T.H. 2005. Modelling loess landscapes for the South Island, New Zealand, based on expert knowledge. New Zealand Journal of Geology and Geophysics 48: 117-133.

Sümei, P. 2005. Loess and Upper Paleolithic environment in Hungary. Aurea Kiadó, Nagykovácsi

Sümei, P., Gulyás, S., Csökmey, B., Molnár, D., Hammach, U., Markovic, S., Stevens, T. 2013. Climatic fluctuations inferred for the Middle and Late Pleniglacial (MIS2) based on high-resolution (~ca.20 y) preliminary environmental magnetic investigation from the loess profile of Madaras brickyard (Hungary). Central European Geology, 55: 329-345.

Sümei, P., Náfrádi, K., Molnár, D., Sávia, Sz. 2015. Results of paleoecological studies in the loess region of Szeged-Óthalom (SE Hungary). Quaternary International, 372: 66 – 78.



9. ábra. Új-Zéland jégkorvégi kronosztratigráfiai rendszere

tot a dél-alföldi löszszelvények és a Mt. Cass löszszelvénye között. Ugyanis teljesen hasonló klímaingadozásokat és nem egy egységes lehülési szintet jeleznek az utolsó jégkori hidegmaximum idején a dél-alföldi szelvények. Ez legjobban a globális szinten is kiemelkedő jelentőségű löszös rétegsorral jellemezhető madarasi löszszelvénynél figyelhető meg, ahol a mágneses szuszceptibilitás-értékek, a szemcse- és fitolitösszetétel, a malakológiai anyag egyértelműen hidegebb, de párás, valamint enyhébb, de szárazabb éghajlati szakaszok kifejlődését mutatja. Teljesen hasonló változásokat lehetett kimutatni a legfontosabb magyarországi paleolit lelőhelyen Ságvár-Lukas-dombszelvényében is. Gábori Miklós régész, a terület egyik feltárója, már 60 évvel ezelőtt el is nevezte ezeket a felső-paleolit vadászok mozgása, téli vadásztáborai szempontjából igen jelentős csapadékosabb szakaszokat egy francia és a ságvári lelőhely alapján Ságvár-Lascaux interstadiális 1 és 2 szinteknek. A Mt. Cass löszszelvényében az eddigi elemzések alapján valószínűleg ugyanezek a szintek mutathatóak ki, természetesen itt paleolit kultúra nélkül, mivel a mi középkorunk-

te, az endemizmus kiemelkedő jelentősége mind-mind jelentős különbségeket mutatnak.

Természetesen az itt bemutatott elemzések és vizsgálatok csak a kezdetét jelentik munkánkunknak, a radiokarbon-elemzésekkel, a fossziliák részletes vizsgálatával, a geológiai és öslényzeti tényezők további és részletes analizisével pontosítani kívánjuk eddig elért eredményeinket. ✎

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak Peter Almond új-zélandi kutatónak, a Lincoln Egyetem egyetemi docensének a terepi munkánál nyújtott segítségéért.

Irodalom

Almond, P.C., Tonkin, P. 2012. Loess in Canterbury. AQUA fieldtrip guide. Lincoln University Press, Lincoln.
Banner, J. 1936. Az első alföldi palaeolit-lelet. Dolgozatok a Magyar Királyi Ferencz József-