

A LÖSZ KELETKEZÉSE ÉS PUSZTULÁSA

KÁDÁR LÁSZLÓ

Az »Alföldi kongresszus«-on, amelyet a Magyar Tudományos Akadémia Budapesten 1952. szeptember havában rendezett, a szőnyegen szereplő kérdések között érthetően előkelő helyet foglalt el a löszkérdés, minthogy az Alföld, de az egész magyar táj életében is nagyon jelentős szerepet tölt be ez a hazánkban olyan gyakori és annyira jellegzetes kőzet. E kongresszuson mutatta be Mihályi Pálné azt a nevezéktant, amelyet a honi löszök különböző típusaira vonatkozólag egy Bulla Béla, Kéz Andor, Kriván Pál, Mihályi Pálné, Miháltz István és Sümeghy József kartársakból létesített bizottság kidolgozott. Ez a bizottság a löszöt a következőképpen határozta meg: *»A lösz uralkodóan légi úton távolról szállított, jól osztályozott por és helyi eredetű görgetett anyag változó arányú együttese, melyben a levegőből lerakott anyagmennyiség értéke uralkodik«*. Ez a meghatározás már tekintetbe vette Bolsakov alapján azt, hogy a legújabb szovjet vizsgálatok a lösz eolikus eredetén kívül számolnak a lösz fluviális, glaciális és eluviális eredetével is. — Ezen túlmenően azonban a magyar lösztanulmányokban mélyebb nyomott nem hagyott az a felismerés, hogy a lösz nemcsak a levegőből hulló porból keletkezhetik.

Ennek a gondolatnak mélyen szántó jelentőségére igazában csak akkor jöttünk rá, amikor 1953 őszén magyar nyelven is megjelent L. Sz. Bergnek, a nem régen elhunyt, nagynevű szovjet geográfusnak az »Éghajlat és élet« c. munkája, amely tekintélyes részében foglalkozik a lösszel. A könyv orosz nyelven is csak 1946-ban jelent meg, noha Berg löszkeletkezési »talajelméletét« már 1916-ban ismertette. Berg szembefordul a löszképződés eolikus elméletével, amit a maga részéről mereven elvet; és könyvében a bizonyítékok tömegével igyekszik álláspontját igazolni. A magam részéről Berg elméletében a legjelentősebbnek azt a felismerést tartom, hogy a lösznek az a két jellegzetes tulajdonsága, hogy túlnyomóan rétegzetlen és hogy erősen porhanyós (porózus), a löszéválás (diagenezis) során alakul ki, nem pedig eleve az alapanyag leülepedésekor. Bergnek igaza van abban, hogy ha a löszéválást előidéző talajfolyamatok a kőzet porhanyítását és az esetleges rétegzettségnek a felbontását elvégzik, akkor nincs szükség arra, hogy a lösz e két jellemző alaptulajdonságának megmagyarázásáért az eolikus elmélethez folyamodjunk.

Ha ez így van — és a magam részéről Berg érvelése előtt meghajlok —, akkor a szálen kívül más erre alkalmas eróziós tényező vagy tényezők is elvégezhetik a lösz alapanyagának leüleptését. Mihályiné és Kriván mikro-szkópos vizsgálati módszerével a lösz kvarcsezemesének, de méginkább a csillámlemezkéinek helyzetéből megállapítható, hogy a levegőből hulló por száraz felszínen, vagy vízben ülepedett-e le. Innen már csak egy lépést kell tennünk ahhoz, hogy a vízben leülepedett anyag vízi úton való szállításának a lehetőségét is felismerjük, illetve elismerjük. Az említett kutatók szerint a szárazon leülepedett poranyag lazább szerkezetű is. Általában hallgatólagosan elfogadott feltevés, hogy a levegőből hulló por szükségképpen rétegzetlen. Ezt azonban még nem igazolta senki. — Nem is az. Legalább is a sztyepeken nem lehet az. A sztyepek lényegéhez hozzátartozik ugyanis az időszakos csapadék, az eső pedig leveri, elmossa a port, és így a hulló por felhalmozódását szükségképpen, ha gyengén is, de réteggé teszi. Így tehát a lösz eolikus származása esetén is fennmarad annak a szükségessége, hogy a diagenezis folyamán a porózusság kialakuljon és a rétegzettség többé-kevésbé megszűnjön. Másrésztől viszont el kell ismernünk azt a lehetőséget is, hogy a víz által szállított tömörebb és rétegzett iszap is porhanyós, és kevésbé rétegzett lösszé lazulhat fel a diagenezis során.

Ezzel azonban távolról sem kívánom azt mondani, hogy a lösz alapanyaga nem halmozódhat föl eolikus úton is. Azok az érvek ugyanis, amiket Berg felsorakoztat abból a célból, hogy az eolikus löszkeletkezés lehetőségét is kizárja, könnyűszerrel rendre megcáfolhatók. Ehhez a cáfolathoz egyik érvünket a lösz harmadik jellegzetességéből merítjük. Abból, hogy a lösz igen finom szemcséjű. A lösz — mint ismeretes — a 0,05—0,02 mm-es szemcsék túlnyomó voltaival jellemezhető. Az ilyen egyenletes finom alapanyag ugyanis csak alapos osztályozás eredménye lehet. Osztályozó munkát pedig a folyóvíz és a szél egyaránt végez. A két eróziós tényező munkája közötti hasonlóságokra több dolgozatban rámutattam már. Közismert tény, hogy a folyók törmelékkúpjuk fejénél rakják le a legdurvább kavicsot, majd fokozatos finomodásban a murvát és homokot teregetik el, és a kúpok peremére a legfinomabb iszapot szállítják. Erre egyébként számszerű példákat Berg könyvében is találhatunk. — De ugyanilyen kapcsolatokat mutattam ki eolikus vonatkozásban egyrészt a kiskunsági futóhomokterületek és a mezőföldi valamint a bácskai löszterületek között, másrészt a Nyírség futóhomokja és a Hajdúhát lösze és az Érmellék babércecs nyirokja között. Mindkét terület egykori folyami törmelékkúp, ezért a peremterületek löszanyagának felhalmozásában — mai megítélésem szerint — mind a folyóvíz, mind a szél részes lehetett. Emellett szól az a tény is, hogy a paksi téglagyár löszfalában is mutattak ki folyami homokot és kavicsot.

Bármennyi példát felsorolunk amellet, hogy egyik vagy másik adott esetben a lösz alapanyaga minden kétséget kizáróan alluviális,¹ vagy eolikus,

¹ Az alluvium szót itt úgy használom, ahogy azt Berg is teszi: azaz folyami üledéket értek rajta. Ilyen értelemben pliocén vagy pliocén alluviumról is beszél Berg.

ezzel sem pro sem kontra nem zártuk ki annak a lehetőségét, hogy máshol a löszanyag felhalmozódását nem végezhette a másik erodáló tényező is.

A folyóvízen és a szélen kívül a tundraképződés az egyetlen olyan tényező, amely szelektálni tudja a löszfinomságú anyagot. Ehhez ugyanis nagy távolságon való, vagy függőlegesen cirkuláló mozgás kell. Azok a folyamatok, amelyek akár fizikai, akár kémiai úton a kőzet anyagának a felaprózását, illetve mállasztását a helyszínen végzik, mindenképpen erősen vegyes szemcsenagyságot fognak létrehozni, hacsak a kőzet anyaga már eleve nem egészen finom szemcsézetű, azaz egy korábban más úton végrehajtott osztályozás eredménye. Ez pedig annyit jelent, hogy a talajképződés folyamatai önmagukban löszet létrehozni nem tudnak. Ezt Berg alluviális elméletével szemben Obrucsev is felemlíti (273. l.).

A hegylejtők lemosása, deluviума, valamint a lejtőtörmelék felhalmozódása folyamán bizonyos osztályozódás végbemegy ugyan, de ez korántsem elegendő ahhoz, hogy a löszfinomságot az így szállított anyag elérje. Más az eset természetesen, ha már korábban kialakult lösz vagy löszfinomságú anyag mosódik le a lejtőkről. Abban egyetértek Berggel, hogy deluvium útján másodlagosan felhalmozódhat a löszanyag. Az esetben is megtörténik azonban, hogy a lejtőtörmelékből durva törmelék is keveredik a lösz közé.

A gleccserjég is tekintélyes távolságokra szállítja a morénaanyagot, de minthogy szilárd halmazállapotú, szállítás közben a hordalék osztályozását nem tudja végrehajtani.

Berg megpróbálja a szél egész osztályozó munkáját kétségbe vonni. Azt állítja, hogy a futóhomokok, illetve a sivatagok a löszanyag forrásai nem lehetnek, minthogy manapság csak emberi beavatkozás következtében jön mozgásbt a futóhomok és »természetes körülmények között a szél a sivatagok homokjás még a legkisebb mértékben sem mozgatja«. (298. l.) Ennek az állításnak teljes lehetetlenségéről bármely valódi sivatagról, és nem sztyepről szóló leírás vagy fénykép alapján akárki meggyőződhet.

Vannak természetesen különbségek a szél és víz osztályozó munkája között. A szél az általa szállított hordalékot fölfelé is tudja mozgatni, legyen az akár görgetett futóhomok, akár lebegő poranyag. Ezért a levegőből hulló por a magas térszineket, a hegytetőket és vízvázasztó hátakat is be tudja temetni, amit a folyóvíz még katasztrófálisan nagy árvizek föltételezése mellett sem tehet meg.

Érdemes megemlíteni azt is, hogy a hegytetők, hegyhátak felé fokozatosan kivekonyodik a löszréteg. Esetleg a legmagasabb térszinekről hiányzik is. Szépen példázza ezt a tarpai Nagyhegy, vagy a tokaji Nagy Kopasz lösztakarója, valamint azok a löszbe temetett futóhomokbuckák, amelyek Nyíregyháza és Tiszavasvári (Büdszentmihály), illetve Rakamaz és Hajduhadház közötti területen találhatóunk. A jelenség oka a deluvium leöblítő munkája, aminek folytán a löszrétegek a legnagyobb vastagságot éppen a hegyek, vagy dombok lábánál érik el.

A szél eróziós munkája areális, ezért aránylag széles sávban teríti el a hullóport, de mindenkor a szélirányban. Váltakozó szélirányok mellett a por felhalmozódási övezete körcikkszerűen széthúzódhat, ellentétes szélirányok, pl. monszun szelek esetén pedig a por forrásától két, ellentétes irányban elnyúló foltban helyezkedik el.

A folyóvíz osztályozó tevékenysége lineáris ugyan, de a törmelékkúpokon areálissá kerül széjjel. A folyóvíz a hordalékát az árvízszintnél magasabbra emelni nem tudja, ezért elsősorban az alacsony ártéri terraszok feltöltésében van jelentősége. Igen fontos körülmény, hogy a sodorvonaltól a partok felé haladva, tehát a folyásirányra keresztben is osztályozza a hordalékát. Éppen ennek következtében a terraszokra a legfinomabb iszapos, homokos hordalékanyag kerül. — Berg művében több táblázatos kimutatást láthatunk arra vonatkozólag, hogy a déloroszországi folyó partjától 100—150 km-ig távolodva hogyan finomodik a löszanyag. Nagyon kérdéses azonban, hogy az említett anyagok osztályozásában és szétterítésében a szélnek nem volt-e szerepe, és hogy ez a szerep nem volt-e a víznél fontosabb.

Erre a kérdésre később még visszatérünk. Előbb azonban meg kell ismerkednünk a löszanyag osztályozását megelőző folyamattal, az aprózódással és az összeaprított anyag felhalmozódásával.

A sivatagokban a kőzetek fizikai aprózását az inszoláció végzi. És ez a folyamat elég nagy ütemben megy végbe ahhoz, hogy a hegyek lábánál a törmelékletjtőkön igen komoly, számottevő anyag halmozódjék össze, ami arra vár, hogy elszállítsák és osztályozzák, akár légi, akár vízi úton, bár a sivatagban a szél útján való elhordásnak sokkal nagyobb a valószínűsége.

Periglaciális tájakon a kőzetek aprózását főleg a fagyhatás végzi. A periglaciális blokkfácies azonban inkább csak durva anyagot szolgáltat, és így a lösz alapanyagként kevésbé jöhet tekintetbe.

Hordalékát szállítás közben felaprítja és egyben a szálban álló kőzet rovására gyarapítja mind a gleccserjég, mind a folyóvíz, mind a szél — és pedig a felsorolás sorrendjében csökkenő mértékben. A legtöbb és legváltozatosabb mechanikai összetételű hordalékanyagot a gleccserjég szolgáltatja. Végmorénái már a jégkorszakok idején is továbbítandó anyagot nyújtottak a folyóvíznek és a szélnek egyaránt. A szanderekben, mint fluvioglaciális képződményekben, az anyag osztályozása már kezdetét is veszi. A morénák és szanderek felületéről — különösen a száraz, kemény téli időjárás alatt — a szél kifújja a homokot és elhordja a port. A jégtakaró visszahúzódása után az egész driftterület morénaanyaga hozzáférhetővé válik a tundraképződés, a folyóvízi erózió számára és alkalmas éghajlati viszonyok mellett a szélerózió számára is.

A jégtaroló gránit felszíneken minimális lévén a morénaanyag, sem a folyóvíz, sem a szél számára hordalékanyag nem kínálkozik.

A felsőszakaszjellegű folyók a völgyek mélyítésével állandó friss hordalékanyagot hoznak létre, amely a folyó hosszában osztályozva még nincs. Osztályo-

zódik azonban a meder keresztmetszetében, és árvizek alkalmával az árterekre a folyó kifelé fokozatosan finomodó homokot, iszapot terít el.

A folyami hordalék nagy gyűlőhelyei a zátonyos folyószakaszok és különösen a törmelékkúpok, amelyekben az osztályozás is megtörténik. Az előbbieket peremtájain ülepszik le a löszfinomságú iszapanyag, mint már említettem.

A törmelékkúpok felszínének tekintélyes része — az éghajlat szárazságától függő mértékben — száraz, és így a szélerózió számára hordalékanyag forrásául szolgál. A hazai nagy futóhomok területeink kivétel nélkül folyami törmelékkúpokon alakultak ki. Ebből észszerűen következik, hogy a futóhomokból kirostált poranyag a törmelékkúpok iszapjával elkeveredve a futóhomokterületeket övező löszzónák kialakulásához ugyancsak hozzájárult. Hasonló a helyzet a szomszéd országok területén is. Legyen elég a deliblái futóhomokra és a bánági löszökre, a Baragán futóhomokjára és a bulgáriai löszterületekre utalnom. Az már Richthoffen-nek is feltűnt, hogy a Kárpátok külső előterében, Galiciában futóhomok-, és löszterületek váltakoznak egymással. Ennek a körülménynek a magyarázatát azonban ő még nem tudta megadni. Természetesen itt is a folyók törmelékkúpjain a folyóvíz és a szél közös munkájával végzett hordalék-osztályozásról van szó.

A szél a sivatagokban — de még a többé-kevésbé száraz sztyepeken is —, saját maga is végez bizonyos mértékű aprózást. Ez azonban erősen mérsékelt nagyságrendű és a legtöbbször csak kövek csiszolásából származó lisztfinomságú anyagra korlátozódik, amit a szél menten magával is sodor. Lazább üledékek homokkövek, konglomerátumok anyagát a szél is fel tudja újra aprózni, ahogy azt a deflációs mélyedésekben láthatjuk. Sivatagokban ez olyan tömegű hordalékanyagot is szolgáltathat, hogy a szél alsószakaszjellegűvé válik a futóhomok buckákat, homoktengereket halmoz össze. Görgetés közben a homokszemek is állandóan kopnak és újabb poranyagot szolgáltatnak, amit a szél menten el is hord a sivatagból. Szélséges helyeken ez a poranyag is leülepszik a sivatagot környező zónában.

A lösz alapanyagának előkészítésében és összehordásában tehát igen sokféle eróziós tényező működhet közre. Ezért adott esetben joggal beszélhetünk glacio-fluviális, glacio-eolikus, sőt glacio-fluvio-eolikus eredetű löszökről, valamint fluvio-eolikus és tisztán alluviális, illetve tisztán eolikus származású löszökről.

A löszanyag összehordásának tisztázása után térjünk át a lösz diagenézisére! Abban valamennyi kutató egyetért, hogy a löszképződés száraz éghajlaton megy végbe. Berg a lösz alapkőzetének felhalmozódását időben elválasztja a löszszévalás folyamatától. Ez nézetem szerint téves, és elméletének egyik alapvető hibája. Magam is azon a véleményen vagyok, mint V. A. Obrucsev, hogy a talajképző folyamatok 2—3 méternél mélyebbre nem éreztethetik a kőzetben a hatásukat. Tehát 20—40 méter vastag alapanyag (alluvium vagy porréteg) csakis leülepedés közben alakulhat át lösszé. Obrucsevnek erre az ellenvetésére Berg

ellenérvet nem hoz fel. Az pedig, hogy Kínában a lösz vastagságát egyesek erősen eltúlozzák 400—500 méteres löszvastagságról beszélve, semmit sem változtat ezen a tényen, hiszen, ha ez a lösz nem 200—300 méter, hanem akár csak 4—5 méter vastag lenne is, a talajképző folyamatok utólagosan akkor sem alakíthatták volna át.

Berg szerint »löss és löszös kőzet a helyszínén in situ, száraz éghajlaton, a mállás és a talajképző folyamatok révén a legkülönbözőbb kőzetekből keletkezhet« (284. l.) E szerint andezitből is. A Tokaji hegyen azonban azt tapasztalhatjuk, hogy az andezit élesen elkülönül a rajta fekvő lösztől, legfeljebb egy vékony folyami kavicsréteg iktatódik közéjük. — A Tarpai Nagyhegy andezitjének a lösz alatti felszíne ezzel szemben erősen mállott és egy szürkés barna fosszilis talajréteg választja el a lösztől. Ez a durva kavicsos anyaggal teleszórta talajréteg a repedések mentén mélyen behatol a kőzetbe, de élesen elkülönül a fölötte levő barna vályogos lösztől. A löszképződést megelőző nedves klíma terméke, amit később betemetett a lösszé alakuló hullópor.

A löszkeletkezés ilyenformán három szakaszra osztható: az aprózódás, az osztályozódás, a leülepedés és a löszéválás folyamatára. Az osztályozódás és a leülepedés igen sok esetben egyszerre történik, egy és ugyanazon folyamat kettős eredménye. E folyamatok végbemehetnek egyidejűleg is, de az első három időben messze el is szakadhat egymástól. Az utolsó kettőnek, a leülepedésnek és a diagenézisnek azonban szükségképpen egyidejűnek kell lennie.

Az első két folyamatnak térbelileg is el kell válnia az utóbbiaktól: a lösz alapanyagát messziről hozza a szél, a víz. A nagy távolság azonban relatív fogalom és könnyen arra a téves következtetésre csábít, hogy az alapanyag forrását ellenőrizhetetlen messzeségben keressük pl. a magyarországi löszöket a Német-Lengyel síkság morénáiban, a Szaharában, vagy az Orosz pusztákon. Nem; ez a távolság elérhető és belátható szomszédságot jelent, amely nem sokkal fekszik messzebb annál az okvetlenül szükséges távolságnál, amelyen belül a hordalék osztályozódása végbemehet.

Igen értékes Berg alluviális elméletében az a Gedrojtól származó felismerés, hogy száraz éghajlaton az ásványok mállásakor felszabaduló Ca és Mg a talajban bent marad és az ott található karbonátokkal szénsavas mésszé egyesülve a lösz alapkőzetét laza szerkezetűvé teszi, miközben megszünteti annak a rétegzettségét is. »Tehát már meg tudjuk magyarázni, miért olyan laza szerkezetű a lösz: ez a tulajdonság a gazdag kalcium- és magnéziumtartalom következménye«. (209. l.)

Talajtanos szakemberek (Arany Sándor szóbeli közlése) véleménye szerint a talajba juttatott mész azt valóban morzsássá teszi. A morzsalékosság azonban nem jelent egyuttal porhanyósságot is. A meszezéssel keletkező talajmorzsák kemények és nem porhanyósak. A lösz jellegzetessége pedig mechanikailag a porhanyósság és nem a morzsalékosság, függetlenül attól, hogy kémiaiilag a kalciumkarbonát-tartalom jellemző reánézve. A szénsavas mész okozta talaj-

morzsákat az ujjunk között liszté szétdörzsölni nem tudjuk, úgy mint a lösz. Ez a tény önmagában arra utal, hogy a lösz porhanyósságának az okát másban kell keresni, ami természetesen lehet a talajképző folyamatok között szereplő egyéb faktor is.

A kalciumtartalom jellemző a löszre és el kell fogadnunk azt, hogy a felhalmozódása csak száraz éghajlaton mehet végbe. De egyuttal hozzá kell tennünk azt is, hogy ez nem jelenthet tökéletes száraz sivatagi éghajlatot, mert ott hiányzik a talajban az a minimális nedvesség, ami a színes ásványi szemcsék mállásához, tehát a Ca és Mg felszabadításához is szükséges.

A lösz keletkezésére vonatkozó elméletek elbírálásakor elég komoly nehézséget jelent az a körülmény, hogy a földfelszínen található tekintélyes nagyságú löszterületek túlnyomó részükben nem mai keletkezésűek és a löszképző folyamatok lassúsága miatt eléggé vitás kérdés, hogy recens löszökről egyáltalában beszélhetünk-e. Éppen ezért rendkívül értékes Berg könyvének »A jelenkori löszképződés« című fejezete. (221. l.) Ebben Berg jónevű szovjet kutatók adatai alapján 8—10 olyan helyet sorol fel, amelyekben a löszképződés ma is megfigyelhető. Zömük a belsőázsiai száraz puszták területén fekszik Fergánában, az Arisz, a Szerefsan, a Murgab és a Hoangho mellett, valamint a Mugan sztyepen, az Arax folyó völgyében és Jakutszk környékén a Léna völgyében, a Léna és az Amga vízvásztóján.

Ezeket az előfordulási helyeket felraktam Ázsia, illetve a Sz. Sz. Sz. R. éghajlati vegetációs és talajtérképeire. Kiderült, hogy valamennyi hely száraz sztyepterületen van ugyan, de azt, hogy ezek meleg sztyepek volnának, nem állíthatjuk. Legfeljebb melegen mérsékelt sztyepeknek minősíthetjük őket, — a Jakutszk környéki szubarktikus sztyepek kivételével. Berg szerint ez utóbbi helyen a »lössös homokos anyag képződése napjainkban, különösen ilyen magas északon (az É-i sz. csaknem 62°-án) rendkívül meglepő jelenség. Ennek természetesen a Léna középső szakaszán uralkodó sajátságos éghajlati viszonyok az okai: a forró nyár és a nagy szárazság (a kevés csapadék)«. A jakutszki recens lösz »a löszképződésnek talán legcsodálatosabb példája«.

A Mugan sztyepen viszont Koszovics szerint löszhöz hasonló képződmények keletkeznek. »Vajjon miért csak löszös képződmény — veti fel a kérdést Berg — és miért nem valódi lösz, mint az ukrainai vagy a középázsiai? Erre — szerinte — a következőkkel lehet válaszolni: Mugán talajai fiatal képződmények, csak nemrégiben kezdtek alluviumból talajjá átalakulni. Itt tulajdonképpen még nehéz a talajt az altalajtól elválasztani«.

A többi ma keletkező lösz azonban éppen olyan fiatal, mint ez a »csak löszszerű« képződmény. A hibának tehát az elméletben kell lennie, ha a legmelegebb sztyepen a legtökéletlenebb a lösz kifejlődése, a jakutszki hideg sztyepeken pedig a leggyorsabb. — Jakutszk klímadiagrammja arról is meggyőző bennünket, hogy itt a nyár ugyan valóban elég meleg, de ugyanakkor aránylag csapadékos is. Ezek után joggal felvethetjük azt a kérdést, hogy vajjon nem

éppen a hideg sztyepek-e azok, amelyeken a löszképződés létrejön. Ezt a feltevésünket mindenesetre komolyan megerősíti az a tény, hogy a trópusi tájakon sehol lösz nem ismerünk. Már pedig a füves szavannák, a zonális sivatagoknak trópusi szomszédjai a passzát szelek révén bőségesen kapnak a sivatagból származó hullóport. Ezt a tényt Berg is elismeri (296. l.). A szaharai porból képződött »száraz ködöt Szudán benszülöttéi nagyon jól ismerik: ha sok por hull a földre, jó lesz a termés — szokták mondani. Ennek ellenére sem Szudánban, sem Dél-Szaharában nincsen lösz«. Ezt Berg annak a bizonyítékául tekinti, hogy a hullóporból nem keletkezik lösz. Valóban nem keletkezik — Szudánban, ahol meleg száraz az éghajlat; s minthogy a trópusokban sehol sincsen lösz, általánosságban is levonhatjuk azt a következtetést, hogy meleg száraz éghajlaton nem képződik lösz. A hideg éghajlat legjellemzőbb tulajdonsága a fagy; főleg azért, mert a fagypontra a víz halmazállapotváltozáson megy keresztül; jéggé fagy. A fagy eróziós és talajképző jelentősége közismerten abban áll, hogy a 0 C°-os jég térfogata nagyobb lévén az ugyanilyen hőmérsékletű víznél a talajrepedésekben megfagyó víz azokat szétfeszíti, tágítja. A rögöket szétporlasztja. A fagnak a termőtalajt porhanyóvá tevő hatását a mezőgazdaságban jól ismerjük és gyakorlatilag hasznosítjuk is. (Ősszel szántunk a tavasziak alá is.) Ha tehát a kalciumkarbonát, illetve magnéziumkarbonát felhalmozódása a lösz alapanyagát porhanyóvá tenni nem tudja, csak morzsalékosá, akkor a fagyban megtaláljuk azt a másik talajképző tényezőt, amelyik a diagenézis során az alapanyag porhanyóvá tételét elvégzi.

Ázsia januári középhőmérsékletét ábrázoló térképre felrakva a mai löszkeletkezés helyeit, kiderül, hogy a fagy valamennyi helyen hozzátartozik az éghajlat jellegéhez. Egyedül a Mugan sztyep az, amelyik erősen a fagy déli határánál fekszik. Éghajlati adataink — sajnos — csak a szomszédos Bakuból és részben Kirovobádból vannak. Baku éghajlatát a Kaspi tó vize mérsékli s ezért itt a fagy ismeretlen is. A kontinentálisan fekvő Kirovobád januári középhőmérséklete azonban már $-0,2\text{ C}^\circ$, tehát éppen a fagy határán van. Íme a magyarázat arra, hogy miért csak löszszerű a Mugan sztyep üledéke, és miért nem igazi lösz! Nem ezért, mert a képződmény még túl fiatal, hanem azért, mert az éghajlati körülmények nem eléggé kifejezettek ahhoz, hogy valódi lösz képződhessen.

A fagyban tehát a lösz diagenézisének olyan döntő fontosságú tényezőjét ismertük meg, amellyel Berg alluviális löszkeletkezéselméletét sikeresen kiegészíthetjük. Ugyanakkor természetesen módosítanunk is kell az elméletet, olyan értelemben, hogy a lösz diagenézise olyan mérsékelt vagy hideg száraz sztyepeken megy végbe, amelyeken a téli fagy az éghajlat jellemző vonása. Azt is hangsúlyoznunk kell, hogy sztyepekről és nemcsak általában száraz területekről van szó, mert — mint fentebb láttuk — a sivatagi éghajlat alatt talajnedvesség hiányában sem az ásványi anyagrészek mállása, sem a kvarcsemcséknek kalciumkarbonáttá való bekérgezése nem mehet végbe.



1. ábra. A löszképződés és a fagyelőfordulás területi kapcsolata.

A fekete foltok a mai löszképződés területei Berg nyomán. A kockázott részek a fosszilis lösz területei. Az izopleth-görbék a januári középhőmérséklet izotermái. A pontozott területeken a januári középhőmérséklet 0° fölött van. — Szerk. Kádár L., rajz. Bars L.

Az agyagásványok vizsgálata egyre határozottabban arra utal, hogy éghajlati különbségek szabják meg azt, hogy az ásványzemesék mállásakor milyen agyagásványok keletkeznek. Földváry Aladárné az Alföldi kongresszuson az »Alföldi agyag- és löszminták termikus vizsgálatá«-ról szóló előadásában erről így ír: »általános tapasztalat, hogy a meleg, nedves klíma a kaolinit és laterites típus kialakulásának kedvezett, a normális talajképződés a montmorillonit típust hozta létre. A száraz klímájú vagy hosszú fagyperiódusú lassú elmállások

leggyakrabban illitszerű agyagásványokat eredményeztek«. — Az általa megvizsgált illites minták mind pleisztocénkoriak voltak. A montmorillonitesek részben pleisztocén, részben pannonkoriak. A kaolinites minták pedig mind pannonkoriak voltak. Bár a kérdés ma még inkább kísérleti állapotban van, annyit máris megállapíthatunk, hogy a löszeinkben található agyagásványok szintén határozottan a hideg száraz éghajlatra utalnak.

Végül még meg kell mondanunk azt is, hogy a lösz alapanyagának felhalmozódása egyidejűleg kell, hogy megtörténjen a lösz diagenézisével, amint erről fentebb szintén szólottunk már. Ezt megkívánja mind a szénsavas mészfelhalmozódása, mind pedig a kőzet porhanyóvá válása és az üledékek rétegzett voltának megszűnése.

Ami az örökösen fagyott talajt illeti, az nézetünk szerint — és ebben Berggel egy véleményen vagyunk —, a löszképződésnek nem kritériuma, de ha a felszíni réteg nyáron át 2—3 méter vastagságban felenged, akkor nem is akadálya.

Eluviális elméletről lévén szó, okvetlenül bizonyos figyelmet kell szentelnünk annak is, hogy a talajzónákhoz hogyan viszonylik a ma megfigyelhető löszkeletkezések területe. A Szovjetunió talajtétképeire felrakva ezeket a helyeket, kiderül, hogy valamennyi ártéri talajok területén, vagy azok közelében található. Berg ezt is akarta igazolni velük. Az ártéri talajok azonban éppen a folytonos feltöltődés következtében azonális talajok, és a szóban forgó helyek keskeny alluviális sávjai Közép-Ázsiában barnás szürke, szierozem talajok között, Jakutiában pedig podzolos tajga-talajok zónájában nyúlnak el. Ez is amellestszól tehát, hogy a lösz diagenézise csakis a lösz alapanyagának felhalmozódásával egyidejűleg mehet végbe, és hogy éppen a szakadatlan feltöltődés az akadálya annak, hogy a lösz alapkőzetének a felszínén a zónális talaj ki tudjon alakulni. Másrészt, ha a lösz felszínén a talaj kialakult, az szükségszerűen véget vet a löszképződés folyamatának.

A sztyepek jellegzetes talaja a csernozjom, ami a mérsékelt égövi és a trópusi füves pusztáknak egyként zónális talaja. A mérsékelt égövekben a fosszilis löszök nagy részének ez a talaja, de nemcsak ezeké, és nem minden löszé. Ezt Berg is hangsúlyozza. Mindenesetre figyelemre méltó, hogy a csernozjom-zónában ma sehol sem képződik lösz, ami nyilván annak a jele, hogy az ilyen sztyepek már túlságosan nedvesek a lösz geneziséhez. A talajréteg fölött újonnan lerakódott hulló porban vagy iszapban természetesen megújulhat a löszképződés, de abban ez a talaj már részt venni nem fog, és a löszben mint fosszilis talaj, mint vályogszalag marad vissza.

A vályogszalagok kérdése egyben átvezet bennünket a lösz pusztulásához.

A lösz elpusztulása a keletkezésénél jóval könnyebb kérdés, már csak azért is, mert a szemünk előtt folyik és sokfelé tanulmányozható. Ennek is igen gazdag az irodalma, oly bőséges anyagot ölel fel, hogy önmagában is nehezen férne be egy előadás keretébe, amennyiben teljességre kívánna törekedni.

Ez nem célom és a lösz elpusztulásával kapcsolatban csak olyan kérdéseket fogok érinteni, amelyek a lösz belső szerkezetével, illetve a löszkeletkezés történetével genetikai kapcsolatban állanak.

A lösz legsajátosabb morfológiai tulajdonsága kétségkívül az, hogy meredek falakban hajlamos megállani, valamint az, hogy benne mészkonkréciók, löszbabák keletkeznek. Ez utóbbiaknak a löszkeletkezés történetében való fontos szerepére ezidáig a tudomány nem figyelt fel eléggé. Berg könyvében is csak mintegy mellékesen érinti. Az olvasónak az a benyomása támad, mintha Berg a löszképződés folyamán végbemenő kalciumkarbonát felhalmozódás szélső megnyilvánulásának tartaná őket. Pedig éppen ellenkezőleg áll a dolog. Ezek a mészkonkréciók már a löszképződés megszűnésének a jelei. Akkor keletkeznek, ha a lösz fölött az éghajlat nedvesebbé változik és a felülről lefelé szivárgó csapadékvíz a felszíni talajzónából a löszszemcséket bekérgező szénasavas meszet kioldva a mélyebb rétegekbe leszállítja. A mészkonkrécióképződés tehát a talajképződés velejárója. Míg egyrészt a talaj felső szintjében megszűnik a kőzet porozitása és elvész a mésztartalma, azaz vályogosodás folyik, addig a mélyben felgyűlő mészkonkréciókat épít. Közismert dolog, hogy a löszbabák eredeti zavartalan helyzetükben többé-kevésbé hosszúkásak, hengeresek és függőlegesen állanak. Ez megfelel annak, hogy a beszivárgó csapadékvíz, amiből kiváltak, függőlegesen mozog a löszben. Eredeti helyzetükben szabálytalan egyenetlenséggel szétszórva található a lösz néhány méter vastag kötegében.

Abban az esetben, ha a löszbabás zóna a talajvíz szintjéig lenyúlik, ahol a víz lefelé szivárgása megszűnik és horizontálisan terjed szét, a löszkonkréciók lapos korong- vagy tányéralakot öltenek és egy síkban helyezkednek el. Ugyancsak a talajvízhez kötött a löszbabáknál jóval nagyobb üreges csörgőkövek képződése. A csörgőkövek szintén egy síkba rendeződtek és eredeti helyzetükben szorosan egymás mellett állanak. A dunaföldvári löszfalban több ilyen sor látható. A genesisük egyelőre nem tisztázott. Ha magában a löszben keletkeznek, úgy a tányéralakú löszbabákkal vannak kapcsolatban, ha viszont a felszínen keletkeznek, akkor a réti mészkő rokonai.

Vastagabb löszfeltárásokban gyakran láthatjuk, hogy közönséges, hengeres löszbabák vízszintesen fekszenek és egy horizontális vagy lejtős síkban rendeződnek. Ez a jelenség a paksi állomással szemközti löszfeltárásban az »Alföldi Kongresszust« követő kiránduláson vonta magára a figyelmemet. Minthogy azok a kartársak, akik a paksi feltárást korábban részletesen tanulmányozták, és akiknek nagyrésze ez alkalommal ott jelen is volt, kijelentették, hogy e sorokat szemmel láthatóan zavaros és rendszertelen voltuk miatt eddig nem próbálták értelmezni és a lösz korának megállapításánál figyelembevenni, a magam részéről a kérdést a következőképpen próbáltam megfejteni abban a reményben, hogy a löszkonkréciósorok a lösz korának meghatározását előbbre vihetik.

A vízszintes vagy többé-kevésbé lejtős síkokban rendeződött hengeres, de fekvő löszbabák eredeti helyzetükben nem lehetnek, hanem másodlagosan

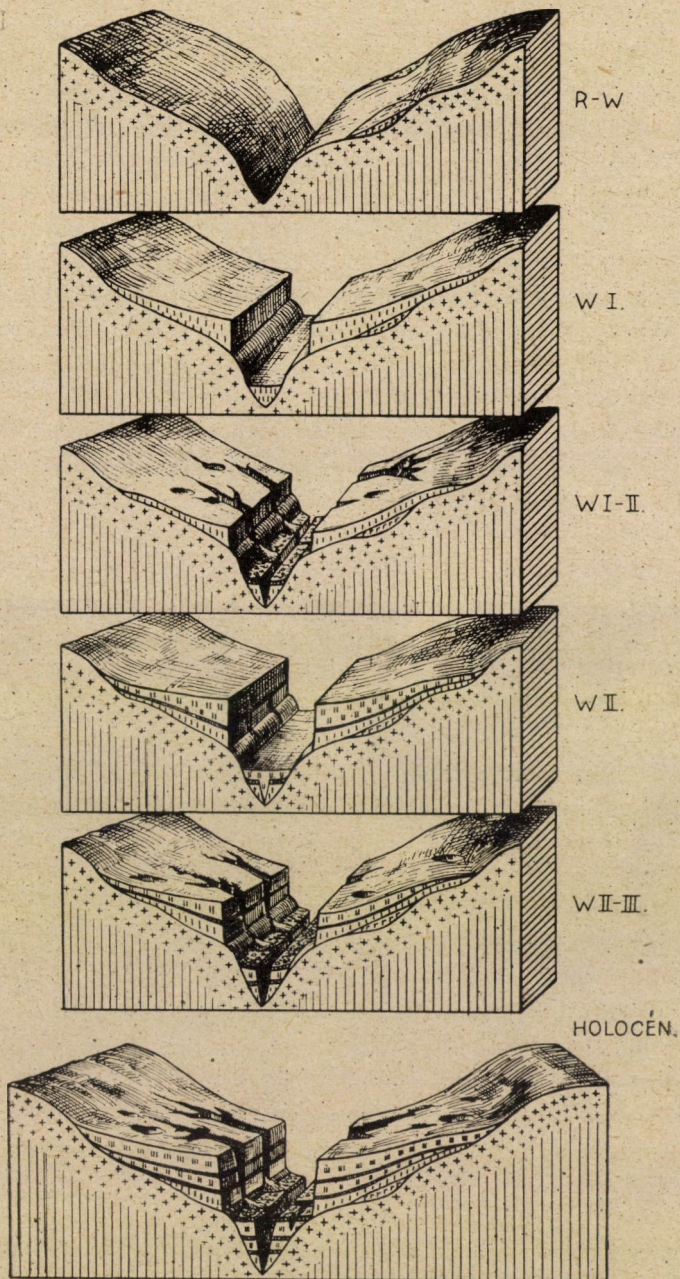
a lösz bizonyos vastagságú rétegének elpusztulása után a talaj felszínén maradéktakarót képezve halmozódtak össze. Így kerültek egy síkba. Néhány órával később ezt az elgondolásomat gyakorlatilag igazolták Dunaföldvárnál a folyóparton összegyűlt kimosott löszbabák. Az a lösztömeg tehát, amely egy ilyen vízszintesen fekvő löszbabasor fölött helyezkedik el, azt már utólagosan temette be és így szükségképpen fiatalabb annál. Az eredeti helyzetükben levő, álló löszkonkréciók pedig — mint láttuk —, a löszben másodlagos pusztulási jelenségek és így annál a lösznél, amelynek tartozékai, fiatalabbak. Mondottam, hogy a talajszint alatt meghatározott mélységben keletkeztek és a talajképződés függvényei. Ez pedig annyit jelent, hogy a másodlagos helyzetben fekvő löszbaba-sorok eredetileg ugyancsak egy talajszinthez, illetve egy vályogszalaghoz tartoznak, amely néhány méter magasságban helyezkedett el az eredeti löszbaba-zóna fölött. Ha tehát valamely feltárásban egy síkba rendeződött, fekvő löszbabákat találunk, azokat kormeghatározás szempontjából legalább is egy vályogszalaggal egyenértékűnek kell tekintenünk. Nagyon valószínű azonban, hogy több konkréciózónából is egy felületen gyűlnek össze a löszbabák, minthogy egy ilyen szint keletkezése az egész fölött levő löszanyag elpusztulását feltételezi. Arra nem volt időm és alkalmam, hogy a paksi téglagyár löszbaba-sorainak a vályogszalagjaihoz való viszonyát részleteiben tanulmányozzam.

A tokaji Nagyhegy vízmosásainak a löszében a korjelző vályogszalagokat kötörmelék-sorok helyettesítik. A kősorok keletkezése a következőképpen értelmezhető :

A rissz-würm interglaciálisban a régebbi lösz csaknem teljesen lepusztult a hegyhátokról és lejtőkről. A patakok a szálban álló andezitba völgyeket ástak. A würm első glaciálisában a hegyhátakat és a völgyeket löszlepel borította be. A rákövetkező interstadiálisban a hegyhátak löszén vályogtalaj képződött. A völgyek löszébe a megújult folyóvízi erózió meredekfalú vízmosásokat vésett. A völgyeket két oldalt terrasszerűen kísérő löszfelszínre hullottak le a völgyoldalak csupasz andezitjéből leváló kövek, s ott néhány dm vastag takarót képeztek. — Az újabb glaciálisban ezeket a kötakarókat a völgyekben ugyanúgy befedte a friss lösz, mint a hegyháti löszök vályogtalajait, az interstadiálisban pedig megismétlődött az előbbi folyamat. Így alakult ki a würmben a tokaji vízmosások kettős köves szalagja.

A lösznek az a tulajdonsága, hogy meredek falokban hajlamos megállni, az agyagra jellemző csuszamlóssággal, valamint karsztosodásra emlékeztető jelenségeikkel kombinálódva a pusztulás során olyan jelenségek okozója lehet, amelyek a feltárásokban megmutatkozó szerkezetére is befolyást gyakorolnak. Ezért ezekkel is szeretnék foglalkozni.

A Tokaji hegy lösztakaróján a kialakulás stádiumában levő vízmosások a folyószakaszjellegnek a ritmikus ingadozására kitűnő példákat szolgáltatnak. 2—3 méter hosszú, enyhe lejtésű (2—3°) szakaszokat a vízmosásokban fél méter—egy méter magas, függőleges falú lépcsők váltják fel. Ily módon az egész



2. ábra. Kettős görgetegsorok kialakulása a tokaji Nagyhegy völgyeinek löszében. A kereszték andezitet jeleznek. A fekete sávok a völgyekben görgetegsorok, a völgyoldalakéban vályogszalagok. A hármás vonalkázás a würm III-ból származó löszöt jelöl, a kettős a würm II-ből, az egyes a würm I-ből valót és az r betűs rissz kori löszöt. Szerk. Kádár L., rajz. Bars L.

vízmosás lépcsőzötté válik. A lépcsőről a víz zuhatagokban hull alá, s míg egyrészt hátráló eróziót fejt ki, addig másrészt a vízesés alját túlmélyíti. Ha a túlmélyítés bizonyos határt elért, a belezuhogó víz, vagy annak legalább egy része a talaj belsejében folytatja az útját. Miért, miért nem, az egyelőre nem tisztázott dolog, de nem függőlegesen halad lefelé, mint a felszínről beszivárgott csapadékvíz, hanem egy ferde lejtőn, úgyhogy a víz a következő lépcső alján bűvópatak formájában bukik elő. A földalatti vízfolyások víznyelőinek helyén többszerű berogyások keletkeznek, majd később az egész barlangjártat beszakad és meredekfalú löszvízmosások jönnek létre. Ezt a jelenséget Pinczés Zoltán ismertette. A folyamat vége természetesen az, hogy a bevágódó vízmosás eléri a lösz alapkőzetét, s azon a normális erózió folyik tovább. Fosszilis barlangjártokat találunk a tarpai löszben is.

A löszfelszín berogyását tehát adott esetben a talajban lejtő irányban, de inkább horizontálisan mint vertikálisan, áramló talajvíz idézte elő. Az így keletkező berogyások mindössze egy-két méter átmérőjűek, meredek falúak. Végeredményben löszkutak lesznek.

Berg beszámol arról, hogy a belsőázsiai területek frissen öntözéses művelés alá vont löszein hamarosan berogyások következnek be. Ez világos igazolása annak, hogy a löszdolinák az éghajlat csapadékosabbá válása idején humidus tájakon, a talajba beszivárgó csapadékvíz hatására jöttek létre.

A Tokaji hegy oldalában, ahol a lösztakaró márcsak néhány méter vastag, jellegzetes terrasz-szerű tereplépcsők láthatók. Ezek a lösz természetes lepusztulásának a következményei, és a szőlőműveléssel kapcsolatos mesterséges terraszoktól élesen elütnek. Nézetem szerint úgy jöttek létre, hogy a löszben az andezitig leszivárgott talajvíz a löszréteget csuszamlóssá tette, s az egész lösz-tömeg mintegy megsuvadt.

Löszfeltárásokban többnyire sok vetődés látható. Különösen a vályog-szalagok szintkülönbségein látszanak meg. Keletkezésüket a vázolt eróziós folyamatok többféleképpen is előidézhetik. A löszben tehát vetődéseket nemcsak tektonikus mozgások okozhatnak. Különösen áll ez a hegylejtők löszére nézve.

A folyami törmelékkúpok peremi löszzónájában ilyenféle lezökkenésekkel kevésbé számolhatunk. Itt viszont állandóan megvan annak a lehetősége, hogy a szerteágazó folyóvizek egyike-másika a löszrétegből elhord, vagy a lösz-felszínbe új medret hasít. Egy idő múlva ez holt mederré válik és ismét kitöltődik lösszel.

Végezetül a löszképződés koráról szeretnék még néhány szót szólani. Minthogy igazoltuk azt, hogy a lösz felhalmozódásának és diagenezisének egy-idejűleg kell végbemennie és hogy ehhez hűvös, vagy legalábbis mérsékelt éghajlat szükséges, már eleve megdőlt Bergnek az a feltevése, hogy a lösz alapanyaga a jégkorszakok idején fluvioglaciálisan halmozódott fel és a postglaciális meleg időben alakult át lösszé. Vizsgálataink során semmi olyan momentum nem merült fel, ami miatt revideálnunk kellene azt a nálunk általánosan vallott

nézetet, hogy Európában a lösz legalábbis túlnyomó részében a glaciális korok terméke. Sőt, az a felismerés, hogy a löszképződésnek a fagy porhanyító hatása egyik feltétele, egyenesen alátámasztja ezt a véleményt.

Berg Tutkovszkij-val és Solgerral (305—307. l.) vitázva kétségbe vonja, hogy a jégtakaró hatására keleties, főhnszerű száraz szelek fújtak volna Európában a jégkor idején. Arról nem tesz említést, hogy Köppen klimatikus forradalomról szóló elmélete modernebb és tökéletesebb formában megismételi Tutkovszkij elképzelését. Nem ismeri az én dolgozatomat sem, amelyet 1938-ban az amszterdami nemzetközi földrajzi kongresszuson mutattam be, és amelyben lényegileg ugyanazt vitattam Solgerral, s Tutkovszkij-val szemben, mint ő: hogy a Német-Lengyel síkság fosszilis futóhomokbuckái mai alakjukat a postglaciális száraz korban nyerték nyugatias szelek hatására, s hogy morfológiailag parabolabuckák és nem deformálódott barkánok. Ez azonban nem azt jelenti, hogy ez a homok a jégkor idején ugyanezekben a területeken mint futóhomok nem létezett, csak annyit jelent mindössze, hogy akkori alakját az újabb homokmozgás idején teljesen elvesztette. Más szóval az a tény, hogy a Német-Lengyel síkságon a postglaciális száraz időben nyugati és délnyugati szelek fújtak, semmiképpen sem jelenti azt, hogy a megelőző jégkorszakok idején ugyanezekből a futóhomokokból és morénákból északi, északkeleti szelek ne hordhatták volna ki a Német Középhegység és a Kárpátok lábainál kialakult löszzónába a hulló port.

Kriván Pálnak is tarthatatlan az a véleménye, amit az »Alföldi Kongresszuson« előterjesztett, hogy hazánkban a lösz a glaciális korok keleties száraz szelei hordták össze, de a futóhomokot az interglaciálisok páradús szelei halmozták buckákba. Köztudomású tény ugyanis, hogy defláció szempontjából csak a száraz szelek munkaképesek. Kriván elképzelése tehát olyan, mintha valaki azt állítaná, hogy a csekély munkaképességű alacsony vízállás idején szállítja a folyó a durva görgeteget, kavicsot, de otthagyja a finom homokot és iszapot, — amikor pedig az árvíz megnöveli az energiáját, akkor csak a legfinomabb homokot és iszapot ragadja magával. Ciklonikus nyugati szelek idején tehát semmiféle defláció nálunk nem lehetséges. Még kevésbé annak egy legkifejlettebb formája a futóhomokfelhalmozódás. Ez alól csak egyetlen kivétel lehet: a parti dűnék képződése. Az időnkint szárazra kerülő mederrészek fővenyét a szél humidus klímában is meg tudja támadni, minthogy a növényzetnek nem volt ideje azt megkötni. De csak a fűlepte partokig tudja szállítani, s ott parti dűnébe halmozza. Ilyenek ma is képződnek, nemcsak a mi aránylag száraz éghajlatunkban, a Tisza mentén, hanem Európa atlantikus partjain is. De ez mégsem jelent általános homokmozgást az interglaciálisokban, sőt éppen az ellenkezőt bizonyítja.

Kriván elképzelése már csak ezért is tarthatatlan, mert nem számol azzal a körülménnyel, hogy a hullópor az anyag osztályozódásának a terméke, és a poranyag forrását ködös távolságokban keresi.

Arra vonatkozólag, hogy hazánkban a holocén idején löszkeletkezés volt-e, megoszlanak a vélemények. Abban viszont mindenki egyetért, hogy a mogyoró-

kori száraz, meleg klíma hatására nálunk futóhomok-mozgás volt. Tehát porhullás is volt. Ez azonban még nem jelenti azt, hogy ugyanakkor okvetlenül lösznek is kellett képződnie. Löszképződés csak az esetben lehetett, ha annak az éghajlati feltételei megvoltak. Hazánk ekkori éghajlatát Törökország mai éghajlatához, vagy — mondjuk — a Mugan sztyepééhez hasonlíthatjuk. A löszképződés lehetőségei, tehát a mogyorókorban nálunk országosan nem voltak meg. Kisebb, hűvösebb tájakon azonban a fagy akkor is előfordulhatott, ami a löszképződés egyébként hiányzó feltételét úgy-ahogy biztosíthatta. Alföldünk leghűvösebb északkeleti részén, Szabolcs—Szatmárban lehetnek pl. ilyen viszonyok. Alátámasztja ezt a feltevést az a tény is, hogy innen mind gyakrabban kerülnek elő pleisztocén reliktum-fajok, amelyek számára a legnehezebb időket kétségkívül a postpleisztocén klímaoptimum jelentette.

Tiszamogyorósnál, helyesebben Békénél a Tisza kb. 4 méter vastag nyirokréteg alól tucatjával mossa ki a megszenesedett tölgyfa-törzseket. Olyanféle itt a helyzet, mint Jakutiában, ahol Berg szerint holocén lösz alól megszenesedett fenyőfatörzseket mos ki a Léna. A tiszamogyorósi nyirköt pl. joggal tekinthetjük a mogyorókorban keletkezett holocén löszszerű képződménynek.

Európában, Észak-Amerikában a löszképződés klimatikus feltételei a pleisztocén kezdete óta az éghajlatingadozásoknak megfelelően váltakozva voltak meg és hiányoztak: a délamerikai pampákon ezek még a jégkorszakok idején is csak csökkent mértékben lehettek meg. Az ottani lösz nem is tartják típusosnak.

Belső-Ázsiában az éghajlatingadozások — ha egyáltalán számbavehetőek voltak —, sokkal kisebb mérvűek voltak annál, hogysen a löszkeletkezés meglévő feltételeit megváltoztathatták volna. A löszképződés ott a harmadkor vége óta mindmáig zavartalanul folyhatott. Ez az oka annak, hogy ezeknek a vidékeknek páratlanul vastag löszkötegeiben nemcsak a teljes pleisztocént mutatták ki fossziliák alapján, hanem a lösz legalsó rétegeiben még pliocén faunát is találtak.

Mindebből azonban azt a végkövetkeztetést is le kell vonnunk, hogy ha a posztpleisztocén mogyorókorban is akadt nálunk löszképződés, akkor az interglaciálisok és interstadiálisok idején is lehettek olyan időszakok, amelyekben legalább is helyenként löszképződés lehetett. Ilyen időszakoknak látszanak Bacsák szubarktikus periódusai. Ezek éghajlata sokban hasonlított Jakutia mai éghajlatához. Az ilyen interglaciális löszképződés természetesen együtt járt a futóhomokképződéssel is; ha a mogyorókor futóhomokmozgást bizonyítottunk vesség, akkor szubarktikus interglaciálisok homokmozgását is fel kell tételeznünk.

E lehetőség felismerése mit sem változtat azon a fenti álláspontunkon, hogy a glaciális időszakokban Európa (és Északamerika) periglaciális tájain általános volt a löszképződés.

HOZZÁSZÓLÁSOK

FÖLDVÁRI ALADÁR

A lösz közet legjellemzőbb tulajdonsága a sajátos osztyályozott szemcseeloszlása és porózus szövete. E két tulajdonság megmagyarázásával kell minden lösz-elméletet kezdeni. Kádár elgondolásában nagyon szerencsés a löszelőfordulás helyeinek és a fagypony alatti hőmérsékletű területeknek az összekapcsolása. A fagy lazító hatását és a löszszerkezet kialakítására vonatkozó szerepét még kísérleti úton meg kellene vizsgálni. Lehetséges az, hogy a fagnak éppen a jellemző lösz szemcse nagyságnál van lazító szerepe, más üledékeknél azonban nem tudja kifejteni lazító hatását. Az előadásban Berg löszkeletkezési elméletének a tárgyalása is szerepelt, ebben vannak olyan gondolatok, melyeket saját magyarországi anyagokon végzett vizsgálataim alapján helytállónak találok. Más részeiben azonban nem tudok csatlakozni Berg löszkeletkezési elméletéhez, mely a lösz-anyag légi úton való szállítását ki akarja zárni. Pontokba szedve, megjegyzéseimet az alábbiakban közölhetem:

1. A helyi anyag jelenlétét a löszlerakódásban a Budapest környéki löszök 1934—36-ban végzett vizsgálatánál megállapítottuk. A kavicsos kőzetre települt löszben a durva szemcsék mennyisége nagyobb volt, mint a finom agyagos homokra települt löszben. Ugyancsak a nehéz ásványok mennyisége is nagyobb volt a kavicsra települt löszben. A Börzsönyi hegységí löszökben megállapítható volt az andezitek jellemző hipersztén ásványának nagyobb mennyisége az ottani löszökben. Abban tehát igazá van Bergnek, hogy a löszben a helyi törmelék anyaga is jelen van. Azonban a helyi törmelék hozzákeveredése alárendelt, nem adja a lösz főtömeget.

2. A nem távolról való szállítás Berg értelmében szintén igazolható a magyarországi löszöknél, amelyeknek anyaga a folyóhordalékokból kifújti anyagnak tekinthető.

3. A löszöknél rendkívül jellemző a 0,05—0,02 mm átmérőjű szemcsék kiugró mennyisége. Ez egyetlen más kőzetnél sem jelentkezik ilyen élesen. A Föld akármilyen részéről vett tipikus löszt vizsgálunk meg, mindegyiknél jelentkezik e szemcse nagyság kiugró szerepe. Ez az erős osztályozottság csak szállítás közben mozgó közegben keletkezhét. A löszök esetében ezeknek a nagyságoknak a kiugrása csak levegőben való szállítás után keletkezhét. Jellemző példáját látjuk Sztrókaí Kálmán vizsgálatában vulkáni kitörések hamujánál az ilyen osztályozottságnak. Ő a Descabezado 4000 m magas Chile és Argentina határán levő vulkán 1932. április 9-i kitörésekor az 1200 km-nyi távolságban levő Buenos Airesben lehullott hamuja a jellemző lösz szemcse nagyságot, tehát a szél által szállítottságot kitűnően mutatja.

4. A lösz keletkezési körülményei következtében különböző változatok jönnek létre. Így pl. az Alföldön áradásos mocsaras területeken lehulló por-anyag vízben leülepedve réteges kőzetként rakódik le. Szemcse nagysága azonban nem különbözik a szomszédos száraz területeken lerakodott típusos löszétől, mint azt Törökbecse és Szeged környéki löszöknél kimutattam.

5. Berg elméletében támadható felületet ad, hogyha a lösz folyóvízi üledékből keletkezik, mért nem alakulnak át az összes folyóvízi üledékek lösszé? Miért csak éppen a lösz jellemző szemcse nagyságát mutató kőzetek vesznek fel a lösz-szerkezetet?

6. A lösz kialakulásánál a diagenézisnek fokozatosan kellett történnie a keletkezéssel egyidejűleg, mert a lerakódott finom port egy újabb szélroham újra elhordta volna. Ez tehát arra mutat, hogy a lösznek a lerakódás közben vagy rövidesen utána meg kellett kötődnie.

7. A Berg által említett finom szemcséknek megnövekedése kalcium-karbonátos oldatok által létrehozhat szemcsehalmazokat, ezek azonban újra szétesnek. Ezek csak szemcsehalmazok, agglomerátumok, amelyek újra szét-esnek, de az egyes szemcsék ilyen módon nem növekednek meg. A mechanikai elemzésnél a szemcsenagyságot mindig »egyszemcsés« szerkezetben mérjük, és így adjuk meg az egyes kőzetek, tehát a lösz szemcsenagyságát is.

8. Az ásványok utólagos növekedésére vonatkozóan azt mondhatjuk, hogy ezt ki lehet mutatni mikroszkóppal. Pl. Afrikában kovásodott felszíni rétegek keletkeznek az oldatokból lecsapódó SiO_2 hatására. Mikroszkópi anyagvizsgálattal az ilyen utólagos bevonatokat, amelyek az egyes szemcséket megnövelik, ki lehet mutatni. Berg és más szerzők sem hivatkoznak arra, hogy ilyen utólagosan megnőtt kvarc vagy más szemcséket figyeltek meg a löszben. Mielőtt állást foglalhatnánk a Berg-féle utólagos szemcsenövekedés kérdésében, széleskörű anyagvizsgálatot kellene végezni. Így elméletileg azonban valószínűtlennek látszik, hogy az egész Földön mindenütt a szemcsék utólagos megnövekedése pontosan a lösz jellemző szemcsenagyság méretéig tartott és egységes kőzetet hozott létre.

BULLA BÉLA

Jóllehet mind az előadás, mind pedig Földvári professzor sok olyan megállapítást tett Berg löszelméletével kapcsolatban, amelyeket én is el szándékoztam mondani, mégis van még néhány kérdés, amelyekkel kapcsolatban néhány megjegyzést óhajtanék tenni. Huszonöt évvel ezelőtt kezdtem meg a hazai és a közép-európai lösz képződésére, korára és morfológiai sajátosságaira vonatkozó tanulmányaimat.

Vizsgálataim eredményeit több dolgozatban, végül 1937-ben írt löszmonográfiámban (*Der pleistozäne Löss im Karpatenbecken, Földtani Közlöny, 1937—38*) tettem közzé és bizonyos módosításokkal 1954 januárjában megjelent könyvemben, az *Általános természeti földrajz II.* kötetében. Ha most felszólalok, az részben azért történik, mert Berg eluviális löszelméletét említett publikációimban elsőnek ismerttettem a magyar irodalomban, egyben rámutattam néhány különbségre is, amely Berg elmélete és a magyar löszkutatók által képviselt álláspont között megjelölhető. Ilyenekre kívánok a következőkben röviden rámutatni és Kádár professzor egyes kijelentéseihez is néhány kiegészítő megjegyzést fűzni.

Bár nem valószínű, hogy Berget a magyar szerzők véleménye elmélete megváltoztatására bírta volna, mégis őszinte sajnálattal látjuk, hogy Berg előtt ismeretlen maradt a magyar löszirodalom. Pedig bizvást megállapíthatjuk, hogy a löszkérdés vitás pontjainak tisztázását nagyon megkönnyítené a szovjet és magyar löszkutatók együttes munkája. Annak viszont őszintén örülünk, hogy Berg munkája velünk szinte az egész orosz és szovjet löszirodalmat megismerteti, sőt nagyrészt feldolgozva adja. Berg elméletének lényegéből természetszerűleg következik azonban, hogy a vonatkozó irodalom kritikai értékelése Berg munkájában nem mindig mentes bizonyos egyoldalúságtól.

Berg eluviális és talajképződési elméletével kapcsolatban Kádár professzor tett egyes kritikai megjegyzéseket, amelyeket helyeseknek tartok; elhangzottak azonban olyan megjegyzések is, amelyeket kiegészíteni vagy helyesbíteni szükségesnek tartanék.

Kádár professzornak »A lösz keletkezése és pusztulása« című vitaindító előadása nem annyira a címben foglalt két kérdés részletes, irodalmi áttekintésen és kiértékelésen alapuló ismertetése volt, hanem inkább néhány kritikai széljegyzet Berg elméletéhez és néhány, részletesebb kifejtést igénylő megállapítás.

En is úgy vélem, hogy Berg löszelmélete a maga teljességében nem fogadható el, de vannak elemei, amelyek a löszképződés vitás kérdéseinek megoldására sikerrel felhasználhatók. Nem vitás pl, hogy a lösz nem egyszerűen hulló porból képződött sztyeptalaj, mint korábban hittük, hanem a laterithez és a terra rossához hasonlóan mállástermék. Diagenézise lényegében sziallit-karbonát-típusú mállás. Igaza van tehát Bergnek, hogy a lösz anyaközete lehet fluviatilis, glaciális, fluvioglaciális, sőt limnikus üledék is. Az is kétségtelen, hogy képződéséhez sztyepéghajlat szükséges. Bármiféle, tetszőleges kőzetből (pl. gránitból) azonban lösz nem képződik.

Nem érthető azonban, hogy a lösz alapközete miért ne lehetne szélhordta és szélülepítette por. Bergnek — úgy véljük — nem sikerült megcáfolnia, hogy hulló porból lösz nem képződhet. Cáfoló megjegyzései nagyon általános természetűek.

Berg szerint az ukrainai és a középeurópai lösz alapanyaga fluvioglaciális üledék, amelynek anyagát a jégkorszakvégi olvadékvizek hatalmas, a vízválasztó hátakat és gerinceket is elborító áradatai rakták le. Nos, ez az állítás magyar viszonylatban teljesen igazolhatatlan. Hazai löszeinknek (Baranya, Somogy, Tolna) semmi kapcsolatuk sincs a fluvioglaciális üledékekkel, de a Dunántúlon olyan pleisztocénkori árvizek sem tételezhetők fel, amelyek a dombtetőket is elborítva a lösz alapanyagát lerakták volna. Ezek a löszök kétségtelenül eolikus eredetűek. A Kisalföldön, ahol éppen várni lehetne fluvioglaciális üledékeket, éppenséggel hiányzik a lösz. Képződésének akadályozói éppen azok a glaciális fónszezak voltak, amelyeknek Berg még a létezését is kétségbe vonta.

Bergnek az a feltevése, hogy a lösz alapanyaga, a fluvioglaciális üledék a jégkorszakok végén rakódik le és belőle csak később, az interglaciálisban és a posztglaciálisban képződik lösz, mint már Kádár is kimutatta, elfogadhatatlan. Ha ez így volna, akkor a löszben humusznak bőven kellene lennie. A humuszhiány — ceteris paribus — az üledékképződés és a löszképződés egyidejűségét igazolja. A mi löszeinkben található humuszszintek mindig meleg sztyeplklima emlékei.

A lösz képződésének időszakai Berg véleményével szemben nálunk a jégkorszakok voltak. Kádár helyesen mutat rá, hogy lösz ma is csak a hidegtelű sztyepeken képződik. Ez helyes. 24 évvel ezelőtt már megírtam, hogy a típusos lösz a hidegsztyepek képződménye. Abban azonban, hogy a lösz jellemző szemcsenagyságának kialakulásában a téli fagynak van fő szerepe, Kádár professzorral nem vagyok egy véleményen. A lösz típusos szemcsenagysága, jellegzetes mechanikai összetétele nem a téli fagy (helyesebben: fagyváltózekonyság, a hőmérséklet 0° körüli gyakori ingadozása) következménye. Ez a lösznek primér tulajdonsága, eolikus osztályozottságra valló jellemvonása. A fagyváltózekonyságnak azonban az a fontos következménye, hogy ez a jellegzetes szemcsenagyság megmarad. A meleg sztyepeken a hullóporos, löszszerű képződmények a fagyváltózekonyság hiánya miatt durvaszemcséjűek, a vasas kötő-

anyag ezeket morzsalékos szerkezetűekké teszi, szemben a hideg sztyepek löszének porhanyós szerkezetével.

Berg szerint a folyótérasszokat elborító és megemelő löszkötegek kivétel nélkül folyóvízi hordalékból képződtek. Ha az alacsony terraszok löszére ez a vélemény elfogadható volna is, hogyan magyarázná ez az elmélet magas, a folyó szintje felett 40—80 m magasra emelkedő terraszokban (pl. a Duna völgyében) található würmjégkori és posztglaciális lösz eredetét. Ezek kétségtelenül eolikus eredetűek. De ugyancsak eolikus eredetűek a belsőázsiai magashegységek 2000—3000 m magasságban fekvő zárt medencéinek lösztakarói is.

Kádár szép felvételeket mutatott be nekünk löszvíznyelőről, földalatti járatokról, sőt ilyen járatrendszer tanítványai fel is tártak. Ebben semmi csodálni való nincs. Már 22 esztendeje megírtam, hogy a lösz denudációja lényegében karsztos lepusztulás. Kádár képei a lösz karsztosodásának ismeretéhez szolgáltatott újabb adatokat.

Lenne még néhány megjegyzésem egyes, kisebb jelentőségű kérdésekkel kapcsolatosan, de nem akarok a hallgatóság türelmével visszaélni. Azzal fejezem be felszólalásomat, hogy Berg gondolatokban gazdag, hatalmas irodalmi felkészültséggel megírt, harcoss vitairatának magyar kiadásáért Akadémiánkat a magyar geográfusok őszinte köszönete illeti, mert igen hathatósan hozzájárul a lösz vitás kérdéseinek tisztázásához.

SÜMEGHY JÓZSEF

A lösz keletkezését nálunk kétféleképp magyarázzák. Az egyik felfogás szerint a lösz helyi alapanyagokból, helyben, a másik szerint szél szárnyán, távolabbról ideszállított hullóporból keletkezett. Az elsőnek említett fölfogás szerint, a helyi alapanyagból való származtatásnál, legfőbb tényezőnek a szél szítáló osztályozó munkája tekintendő, míg az ugyancsak fontos mozgó-víz szétterítő, elosztó, s átalakító szerepe már csak másodrendű kialakító tényezői. Akik a lösz kőzetanyagának a távolabbról ideszállított hullóport tekintik, a helyi anyagközetek jelentőségét, szerepét egyáltalában nem veszik tekintetbe. De mindkét hazai fölfogás közös vonása, hogy a löszképződésfőtenyezőjéül a szél munkáját tekinti.

E felfogásokkal szemben — amelyek különösen a legtöbb külföldi löszszakértő véleményeit is fedik, — Berg azt tartja, hogy a lösz és a löszös kőzetek azonos eredetűek, helyben keletkeztek, különböző szemcsézettségű, de karbonátos kőzetekből, száraz éghajlaton végbement mállással, talajképződési folyamatok révén, de hullópor beavatkozása nélkül.

Löszös üledékeink, s löszeink származására vonatkozó, eddigi kutatásaim eredményei azt mutatják, hogy a magyarországi lösz, értve rajta a valódi-, a típusos-lösz, helyi alapanyagokból keletkezett, de eolikus módon, ami nem zárja ki azonban annak a lehetőségét, hogy annak ásványi anyagát idegen távolabbi területek hullópora ne gyarapította volna. Azt állítom, hogy eolikus származású üledékeink, kőzeteink, köztük a lösz is, közvetlen fekvő rétegeikből keletkeztek, s jóformán azokból nőttek, emelkedtek ki. Anyagukat szolgáltató, fekvő törmelékes kőzeteik származási helyei, forrásai részben a medencéinket közrefogó, vagy az ezekből kiemelkedő hegységek, részben a Duna löszkorszakot megelőző időszakának korhadásában található meg. Az Alpok középkori kristályos kőzetű övezetéből, a Keleti-Kárpátokból, a Krassószörényi-hegység

ből, de részben a Mátra és a Bükkhegységből, a Hegyaljából, a Bihari hegység csoportból, s belső, fiatal vulkáni övezetünkből származó, medencebelseji s peremi, szóbanforgó törmelékes kőzetek nagyrésze savanyú kémhatásúnak minősíthető. Ezekkel szemben a Duna, s néhány mészkő- és dolomit hegységünkből jövő folyónknak ugyanilyen korú, és rétegtani helyzetű üledékei meszesek, lúgos kémhatásúak. E két kőzetesoport üledékeinek akkori összekeveredéséből alakult ki a semleges kémhatású anyakőzetek csoportja.

A fent vázolt anyakőzetből keletkeztek ú. n. eolikus származású üledékeink: a barnaföld, a vörösgyag, a nyirok, a lösz, és a még eddig pontosabban nem definiált, névvel el nem látott, semleges kémhatású kőzetek fajtái. Medenceperemi, s medencebelseji elhelyezkedésük, előfordulásuk szerint, az Alpokkal érintkező medencerészekben barnaföld, az Alföld peremén vörösgyag, illetve nyirok, a dunai törmelékkúpokon, s ezeknek szomszédságában lösz, a lúgos és a savanyú kémhatású törmelékes kőzetekből fölépített törmelékkúpok közein, s a törmelékkúpok közeinek medencebelseji folytatásában pedig a semleges kémhatású, eolikus üledékek fejlődtek ki.

Ínkább csak kémiai tulajdonságaik, de elsősorban mésztartalmuk, illetve hiányuk alapján különülnek el egymástól, különben rokon kőzetek. Fizikai tulajdonságaik közt nagyobb különbségek nem akadnak. Szemcsenagyságukban is kicsi a különbség, s általában mindegyik löszfinomságú kőzet. Legtöbb agyagos alkatrészt a vörösgyag tartalmazza. A barnaföldben ez már kevesebb, s a löszben a legkevesebb. Feltehető, hogy kolloidális alkatrészeik eloszlási aránya már alapkőzeteikben is hasonló volt, de valószínűbb, hogy arányszámuk kőzettéválásuk folyamata közben és után valósult meg, főleg éghajlati tényezők hatására. Eddig vizsgált löszeinkben a kaolinit az uralkodó agyagásvány, míg a vörösgyagban, ezen kívül, illitszerű agyagásvány is kimutatható. A barnaföld és a semleges eolikus kőzetfajták agyagásványait még nem ismerjük. Egyéb tulajdonságaikat is tekintetbevéve, mint pl. rétegzetlenségüket, porozitásukat, hajszálcsovésségüket stb. mind arra mutatnak, hogy nagyjában azonos tényezők hatására váltak ki anyakőzeteikből, illetve váltak új kőzetekké. A köztük kimutatható különlegességeket elsősorban az abban az időszakban itt fennállott, kétféle éghajlati övben: az atlantiban és a mediterrániban érvényesült hatótényezők okozták. Típusos fajtáiból lemosással, elszállítással kialakult, de még önálló kőzeteknek minősíthető változataiknak száma tekintélyes, s ezek szétkülönítése nehézkes feladat. Eddig megállapított 10—12 lösz, 5 vörösgyag, 2—3 barnaföld fajtájuk megkülönböztetése talán erőltetettnek látszik. Viszont elsősorban származási kérdésüknek, s a rajtuk, s a belőlük kialakult talajfajtáknak ugyancsak származási kérdésének tisztázása szempontjából szétválasztásuk feltétlenül szükséges és hasznos.

Olyan kőzeteknek tekinthetők, amelyek legjellegzetesebb tulajdonságukat, eolikusságukat úgy nyerték, hogy lemosással, erózióval, deflációval, kifagyással felaprított, szétmállasztott alapanyagaik, a szél segítségével újból, de erősen fellazítva, felkapva, és leejtve, kötés, összeállás nélküli, laza anyagokká váltak, s olyan állapotban emelkedtek föl anyakőzeteik fölé. Minden típusuknak közös tulajdonsága, hogy anyaguk rétegük aljában a legdurvább, s fölfelé mindinkább finomabb szeművé válik. Ezen jellegzetességük felhalmozódásuk módját is megvilágítja. Fölfelé történő kifinomodásuk a löszrétegekben jól, a többi eolikus kőzeteknél azonban már elmosódottan látszik. Fölhalmozódásuk közben, és után váltak új kőzetekké, amely folyamathoz küllemük, löszösödésük, vörösgyagosodásuk is hozzátartozik. Közetté válásuk módját, menetét azonban

még senki sem precizírozta. A lösz keletkezéséhez, — Berg szerint, — egynemű mechanikai összetételű, sok alumíniumszilikátot és bázisos földfémek karbonát-jait tartalmazó kőzetek szükségesek. Ezzel azonban újat nem mondott, s a löszgenezis kérdését előre nem vitte. Szerinte az ilyen alapkőzetek alakultak át lösszé, száraz interglaciálisban, vagy poszt-glaciálisban. Mállásuknak egyidőben kellett végbemennie lerakódásukkal, de ugyanakkor egész tömegük átment a csernozjom, vagy a gesztenyebarna talaj képződési szakaszán. De, hogy tulajdonképpen milyen is volt a löszképződési folyamat, arra nézve csak azt említi, hogy ahhoz, hogy a kőzet talajjá alakuljon át, talajképződési, s hogy a kőzetből lösz keletkezzen, löszképződési folyamat szükséges.

Berg képződési elméletét a magyarországi löszfajták, illetve az eolikus származású kőzetek tanulmányozásából eddig kiemelkedő eredmények nem igazolják, holott vizsgálatainkat csak kezdő lépéseknek tekinthetjük. Azt azonban nyugodtan állíthatjuk, hogy a lösz-származás kérdését előbb-utóbb megoldjuk, mert a mi löszfajtáink, s egyéb eolikus kőzeteink, a lösz genezisének nyomozásához nemcsak Európában, de talán a Földön a legmegfelelőbbek. Azt is állíthatjuk, hogy eolikus kőzeteink képződésénél a jelleg felvételének irányát már az anyakőzetek megszabták és az éghajlati tényezők kormányozták. Mert csak úgy magyarázható meg eolikus származású kőzeteink üledékeinek, átmeneti fajtáinak az átmeneti éghajlati övekben való megjelenése és kifejlődése. A göcseji barnaföld, és a somogyi löszterületek közén kialakult, egymással helyenként ritkábban, másutt igen sűrűn váltakozó barnaföldes — löszös rétegek; a keletdunántúli (dunamenti) löszterület, és az Alföld pleisztocénvégi, vörösgyagyas pereme közt kialakult, löszközi barna-vályog szalag, az alföldperemi vörösgyag és az Alföld területe közé iktatózott, ugyancsak egymással sűrűn váltakozó lösz és vörösgyag rétegek, mind éghajlati övek érintkezési területein kifejlődött, átmeneti képződmények.

De így van az nagyban is. A Dunát kísérő széles lösz-övtől É-ra, a Kisalföldi É-i részén, s a Morva-medencében a lösz színe már barnássárga, míg attól D-re, a DNY-i Dunántúlon, s a volt Horvát-Szlovénországi területén viszont vörhenyes sárga. De ugyanez a helyzet a Szovjetunióban is, ahol a lösz D-felé ugyancsak barnássárga színt vett föl, s Ukrajna D-i részén, Krimben, s Kubányban, erdőssztyepes területen már vörhenyesbarna agyagrétegekkel váltakozva fordul elő. Típusos eolikus kőzeteink csak az atlanti-, illetve a mediterrán éghajlati övön belül fejlődhettek ki, míg az átmenetek, az átmeneti éghajlati övekben. Minden más fajtájuk már kevert, másodlagos, vagy harmadlagos képződmény.

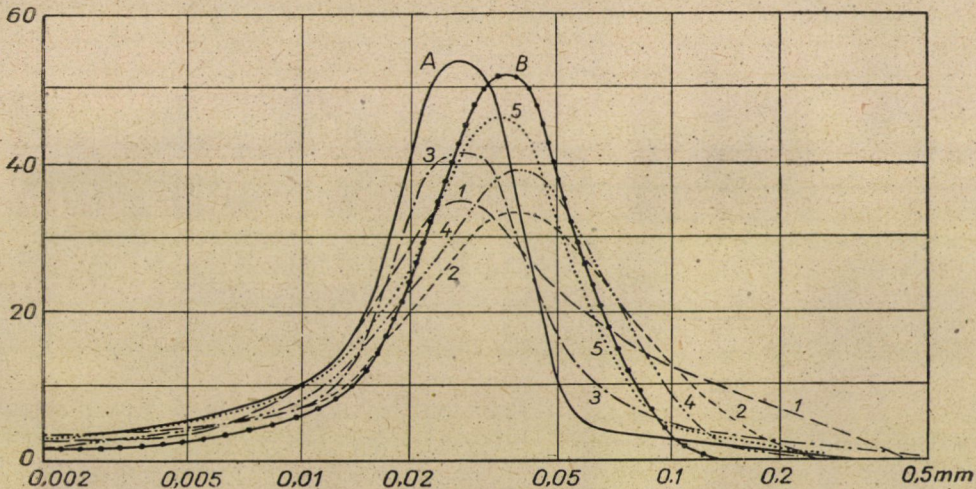
MIHÁLTZ ISTVÁN

Az elhangzott érdekes előadásnak csupán ahhoz a részéhez kívánok hozzászólni, amely a lösz szélhordta származásának *L. Sz. Berg* elmélete által való teljes tagadását tartalmazza. *Berg* elmélete nagy jelentőségű a már lerakódott üledék sajátosságos diagenezisének, a tulajdonképpeni löszéválás folyamatának tisztázása tekintetében. A diagenezis alapjául szolgáló üledék származása tekintetében azonban olyan adatok állanak rendelkezésünkre a hazai löszökre vonatkozólag, amelyek a szélhordta származás kétségtelen bizonyítékai.

Az egyik mindjárt a *lösz települési formája*. Ismeretes, hogy nem csak síkságokon fejlődött ki, hanem dombokat, hegyeket takar be olyan módon,

hogyan azokat eredeti felszínükkel mintegy párhuzamosan körülburkolja, vagy csak egyes lejtőkön van kifejlődve, olyan módon, ahogy folyóvízi lerakódás nem telepedhet. A lösz alatti felszín anyaga a legtöbb esetben olyan, amelyből a lösz anyaga mállás útján nem képződhet.

A lösz egyik legjellegzetesebb tulajdonsága a *mechanikai (szemcseeloszlásbeli) összetétel*. Bárhol vizsgálunk löszet, az mindig olyan egységes szemcseösszetételt mutat, hogy szemcséinek uralkodó mennyisége a 0,02 és 0,05 mm közé esik. Az 1. ábrán egészen különböző helyekről származó löszminták szemcseösszetételi görbéit láthatjuk. Ezek részben száraz térszíni (jellegzetes) löszminták, a 3. és 5. számú nedves térszíni (infúziós) lösz. A maximum helye minden mintában az említett két méret közé esik, különbség inkább csak az osztályozottság mértékében van, tehát abban, hogy ez az uralkodó szemnagyságrészleg az egész anyagnak hány %-át adja. Ha ennyire különböző helyeken ugyanaz volt az anyagot szállító közeg sebessége, amely a szállított anyag uralkodó szemnagyságát megszabta, az csak ugyanaz a szállító közeg lehetett.



1. ábra. Különböző helyekről való löszminták és jelenkori porhullások szemcseösszetételi görbéi. 1: Nagykörös, 2: Órkény, 3: Zákányszék, 4: Óthalom, 5: Szegedről való lösz, A: az 1941. évi porhullás anyaga Szegedről, B: a Descabezado-vulkan 3000 km légi utat megtett hamuja Buenos Airesből. — Szerk. Miháltz I.

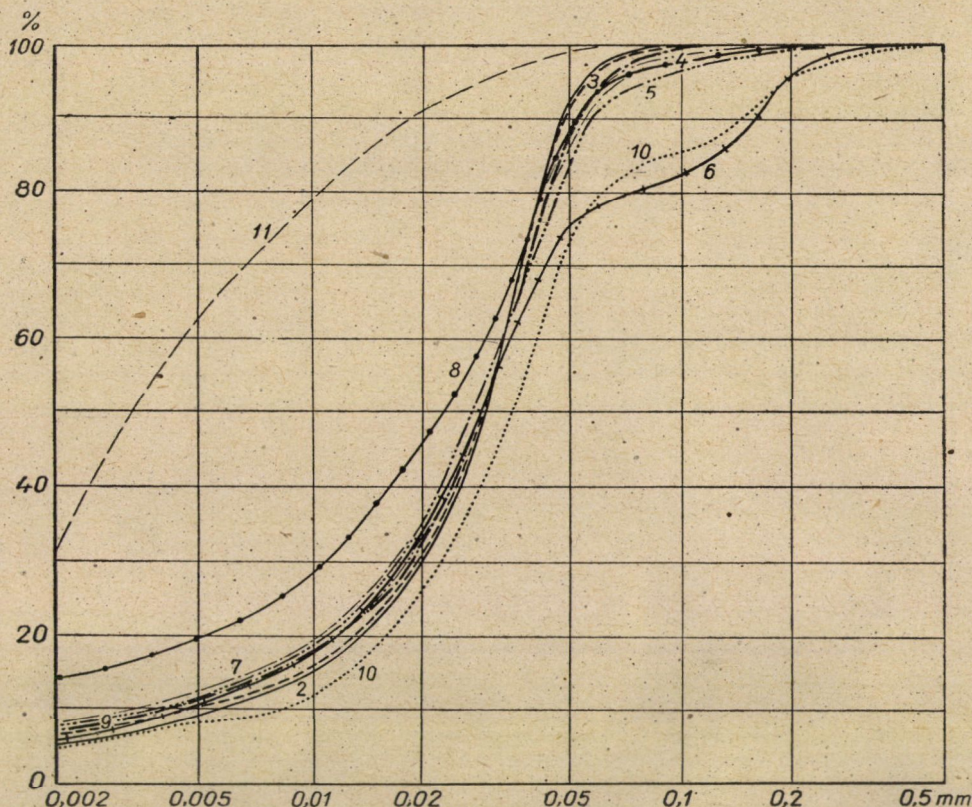
Az 1. ábra mintái térben különböző helyekről származnak, de ugyanazon időből, a legutolsó löszképződés idejéből. A 2. ábrában viszont ugyanazon hely különböző időben képződött lösz-szintjeiből való minták szemcseösszetételét mutatom be. A 30 m-es fúrásból különböző mélységekből való és futóhomokkal, vagy humuszos vályoggal elválasztott lösz-rétegek szemcseeloszlása annyira megegyezik, hogy az ezt ábrázoló görbéket a maximum területén belül alig lehet egymástól megkülönböztetni. A 6. és 10. sz. minta homokos löszből való, ezekben a 0,05—0,2 mm-es homokrézleg területén a görbék eltérnek a többi görbétől, a löszre jellemző uralkodó szemnagyság azonban ezekben is ugyanaz. A 8. sz. minta humuszosodott vályogból, tehát a felszínen utólagosan elváltozott löszből való. A vályogosodás következtében a finom szemcsék mennyisége kissé felzaporodott, de azért a löszre jellemző frakció itt is uralkodó maradt.

Azt látjuk tehát, hogy egymástól akár térben, akár időben elválasztott löszelőfordulások szemcseösszetétele olyan feltűnően egyöntetű, hogy azt mindenhol és mindenkor ugyanazon sebességű szállítóközegnek kellett leraknia. Hogy ez a szállító közeg csak a szél lehetett, legjobban mutatják a *jelenben légi szállításból származó lerakódások*. 1941-ben délről, valószínűleg Észak-afrikából származó nagy porhullás volt hazánk területén. Szegeden, a hó felületére lerakódott port megiszapolva azt találtam, hogy szemcseösszetétele felűnően azonos a löszével, sőt ennél még erősebben osztályozott, mert ez diagenезisen nem ment keresztül, mint a lösz. Ugyanez áll a Descabezado vulkán Sztrókay K. által megvizsgált hamujára, amely az Amerika NY. szélén levő kitörési helytől az atlanti partokig a levegőben nagy magasságban 3000 km utat tett meg és eközben ugyanarra az uralkodó szemnagyságra osztályozódott, amely úgy látszik, feltétlen jellemzője a magasban, nagy távolságban történő légi szállításnak.

Folyóvíz, mint szállító közeg ilyen térben és időben nagy kiterjedésű azonos szemcseösszetételű anyag esetében nem szerepelhetett, mert a folyóvíz sebessége ennek hosszában és keresztirányban a medertől távolodólag annyira változik, hogy már kis távolságokon belül is egészen más szemnagyságú üledékeket rak le. A löszéhez hasonló szemcseösszetételt találunk helyenként a folyóvízi kiöntésekben, ennek kiterjedése azonban korlátozott. A folyóvíz közelében 0,1 mm-nél nagyobb szemnagyságú homok, távolabb finomhomok, majd a lösz szemnagyságával egyező igen finom homok, legtávolabb pedig iszap, tehát uralkodólag 0,02 mm-nél kisebb szemnagyságú üledék rakódik le. Ez utóbbi a folyóvízi kiöntések keretében a legnagyobb kiterjedésű, 10 km-t meghaladó szélességű övben is lerakódhat. Anyaga a löszénél sokkal finomabb szemű, ennek képződéséhez alapanyagul tehát nem szolgálhat.

A Berg-féle elmélet lehetségesnek tartja finomabb szemcséknek a diagenезis folyamán mészkarbonáttal való összekötés útján *aggregátumok képződését*, nagyobb szemcsékké való összeállást, amelynek következtében a löszéhez hasonló szemnagyság jöhet létre. Ezt a feltételezést már az is valószínűtlenné teszi, hogy az aggregátumok képződése sajátos módon éppen a lösz szemnagyságában történne. Teljesen megcáfolják ezt a feltevést azok a vizsgálatok, amelyek azt mutatják, hogy ha a lösz eredeti állapotában, azokívül az összes karbonátanyagának sósavval való kioldása után iszapoljuk, tehát a feltételezett meszes aggregátumokat megszüntetjük, ugyanazt a szemcseösszetételt kapjuk. *A jellemző löszszemnagyság tehát nem diagenetikus folyamat következménye, hanem üledékképződési jelenség, amelyet a szállító és lerakó közeg mozgási sebessége határoz meg.*

Löszhöz hasonló üledékek egyes finomszemű folyóvízi lerakódásokból diagenetikus folyamatok révén valóban keletkezhetnek. Erre legjobb példa az egyesek által lösznek, majd »holocén lösz«-nek minősített dunavölgyi nagy kiterjedésű holocén iszap. Színe és porlékonysága alapján felületes szemléletre hasonlóvá teszi a löszhöz, azonban nagyobb gyakorlat alapján már a helyszínen megállapítható róla, hogy a lösznél finomabb szemű anyag. Számos helyről vett minta iszapolása útján bebizonyosodott, hogy az iszapnak megfelelő szemcseeloszlása van, amely a löszével semmiféle kapcsolatot nem mutat. (L. 2. ábra 11. sz. mintája). A löszhöz hasonló porlékonyságát magas, a löszénél is nagyobb kalciumkarbonát tartalma okozza. Az ártéren minden kiöntés alkalmával visszamaradt, közismerten sok mészkarbonátot tartalmazó Duna-vízből vált ki, amely évről évre szaporodva átitatta és elmeszesítette a lerakódott



2. ábra. Különböző korú lösz-szintek és nem hullóporos származású öntésiszap szemcse-eloszlása. A : löszminták Felsőszentiván környékén készült fúrásból. 1 : 1,4—1,8 m, 2 : 2,0—2,6, 3 : 7,0—8,4, 4 : 9,4—10,9, 5 : 10,9—11,6, 6 : 11,6—12,1, 7 : 19,4—21,3, 8 : 21,6—22,4, 9 : 23,2—24,8, 10 : 26,9—27,2 m mélységből. A 11. sz. minta külsőleg löszhöz hasonlító holocén iszap a Duna-völgyből. (Hajós, téglagyár.) — Szerk. Miháltz I.

iszapot. Sümeghy J. feltételezése szerint ez a képződmény az óholocénben a Duna-völgyet mindenfelől környező, magasabb fekvésű pleisztocén löszterületek anyagából, folyóvízi átmosás útján keletkezett. Akár lösz, akár egyéb anyag volt azonban a folyóvízi szállítási fázis előtti anyag, a folyóvízi szállítással új üledékképződési folyamat állt be, tehát a lerakó közeg folyóvíz volt, nem pedig szél, mint a lösz esetében. Az ilyen üledéket tehát nem lehet lösznek nevezni.

Az egykor eolikus úton lerakódott lösz folyóvízi átmosás következtében, mint az előbbi példa, de számos egyéb vizsgálat is bizonyítja, elveszti a lösz szemcseösszetételére jellemző osztályozottságot. Az alföldi lösz, amely mindenütt a lösz jellemző szemcseösszetételét mutatja, már ezért sem lehet folyóvíz által átmosott anyag, de nem lehet az alábbiak alapján a benne levő csigamaradványok bizonyossága alapján sem.

A lösz csigafaunája a dombokon, kiemelkedő területeken és lejtőkön kizárólag szárazföldi fajokból áll. Ismeretes, hogy a lapályos területek lösze gyakran tartalmaz vízi fajokat is (infúziós lösz). Horváth Andor újabban a löszben szereplő csigafajok életkörülményeire vonatkozó eddigi ismereteket jelenkori biotópok tanulmányozása alapján lényegesen előbbrevitte. Átvizsgálta az 1950.

évben a Duna—Tisza köze déli részén végzett közel 300 fúrásunk lösz mintáiból származó molluszkum-héjakat és többek között megállapította, hogy az egész területen, 30 m-ig különböző mélységekben levő löszrétegekben a szárazföldi fajokon kívül csak olyan vízi fajok fordulnak elő, amelyek időszakos állóvizekben ma is élnek. Folyóvízi fajok: *Theodoxus transversalis* C. Pf., *Lithoglyphus naticoides* C. Pf., *Unio crassus* Retz, *Sphaerium rivicola* Lam, *S. solidum* Norm, a fúrások és felszíni feltárások több ezer mintájában egyetlen esetben sem fordultak elő.

Másik, e tárgyat érintő megállapítása, hogy a vizsgált löszminták csigafaunájának nincs hordalék-jellege. A folyóvíz és ennek lerakódása élő állapotban együtt nem található fajokat tartalmaznak, vagyis különböző életterek összemossott tagjait. A löszmintákban csak olyan fajok fordultak elő, amelyek élő állapotban is egy helyen vannak, egyazon biotóphoz tartoznak.

Az egyes lösz szintekben általában alul vízi, feljebb vízi és szárazföldi, legfelül tisztán szárazföldi fauna van, megfelelőleg annak, hogy a nedvesebb időkben kialakult vízállásos helyeket a száraz éghajlatú glaciálisok tartama alatt képződött lösz fokozatosan feltöltötte és betemette. A csigamaradványok tanulságai tehát minden tekintetben a lösz eolikus eredete mellett bizonyítanak.

LÁNG SÁNDOR

Kádár professzor előadásában nagyon helyesen mutatott rá Berg löszkeletkezési elméletének erőnyeire és hibáira és arra, hogy magyarországi távlatban az elmélet hogyan alkalmazható. Valóban nem fogadható el — többek között — az az elképzelés, hogy pl. az alaphegység kőzeteiből is keletkezik lösz. Pl. a gránitból, amely 6-os keménységű földpátból, valamint ugyancsak nagy keménységű (7-es) kvarchól, továbbá csillámból áll, a löszösödés folyamán nem maradna meg semmi, ugyanakkor a lösz csigafaunája bennmaradna a kőzetben, holott a csigahéjak csak 3-as keménységű kalcitos anyagból állnak.

Nagyon dícséretreméltó kezdeményezés Kádár professzor részéről a lösz karsztosodásának tanulmányozása. Ezeket a formákat ugyan már Bulla Béla 22 évvel ezelőtt előadta és le is írta, Kádár eredményei az ország más területéről mutatnak be ilyen formákat.

Ami a löszben levő kavicszinóroknak az interglaciálisokkal — interstadiálisokkal való kapcsolatba hozatalát illeti, talán nem kell ezzel a kérdéssel ilyen messze menni. Minden löszös területen lehetséges legalább 100—200 évben egyszer egy-egy pusztító felhőszakadás, aminek vize idegen területről sok törmelékot hord le és szétteregetheti azt a löszfelszínen, amivel egyelőre a löszképződés megszakad. Ezért a löszkötegekben olykor nagyon sok kavicszinórt lehet látni sűrűn egymás felett.

Érdekesek a löszbabák keletkezésére vonatkozó megfigyelései is. Ezek azonban véleményem szerint esetleg vízállásos, vízszivárgásos horizontokon keletkeznek, ahol egyszerre sok mész csapódik ki, amire Dunaföldvár Dunapartja jó példa a hídtól D-re. Itt a lösz bázisán vastag padban fekszenek a nedves körülmények között létrejött óriási löszbabák.

KÁDÁR LÁSZLÓ válasza a hozzászólásokra

Köszönöm Földváry, Sümeghy és Láng kartársak hozzászólásait, amelyekkel értékesen kiegészítették az előadásban mondottakat és mind Berg elméletét, mind magát a löszkérdést még élesebben megvilágították. Ugyanezt kell monda-

nom Bulla és Miháltz kartársak hozzászólásáról is, amiknek egyes részleteivel kissé bővebben kell foglalkoznom. Bulla professzor láthatólag félreértett. Én ugyanis nem a lösz szemcsenagyságát, hanem a porozitását vezetem a fagy hatására vissza. A szemcsék finomsága nézetem szerint a légi vagy vízi úton való szállítás közben létrejött osztályozódás következménye. A fagy szerepe pedig abban van, hogy a leülepedéskor (esetleg rétegesen) összetapadó szemcséket szétválasztja egymástól és ezzel a kőzetet porhanyóssá teszi. Magam is a fagy pont körüli ingadozásban, a fagyváltozékonyságban látom a fagyhatás eredményességét, és köszönöm Bulla professzornak ennek a fontos körülménynek a hangsúlyozását.

Miháltz István kartársam igen alapos hozzászólása sok vonatkozásban gondolatkeltező. 2. ábrájának 11. számú löszszerű holocén iszapja lehet, hogy ténylegesen arra utal, hogy a folyóvizes szállításnál szűkebbek azok a határok, amelyeken belül a löszre jellemző szemcsenagyságú anyag lerakódik, mind az eolikus szállítás esetén, de nem szabad elfelejtenünk azt sem, hogy a holocénben, még a löszképződésre legkedvezőbbnek látszó mogyorókor idején sem képződött hazánkban típusos lösz — klimatikus okokból kifolyólag, ahogy erre az előadásban a tiszamogyorósi, illetve benki löszszerű agyaggal kapcsolatban rámutattam.

Horváth Andor csiga-biotóp vizsgálatai igen értékesnek látszanak. Az én véleményem szerint abból a megállapításából, hogy »az egyes lösz-szintekben általában alul vízi, feljebb vízi és szárazföldi, legfelül tisztán szárazföldi fauna van«, azt a következtetést kell levonnunk, hogy egy ugyanazon löszréteg mélyebb szintjei vízben ülepedtek le, tehát fluviatilis, vagy legalább is limnikus eredetűek, a magasabb szintekben már a vízi üledékekkel hulló por keveredik, míg a legfelső szintek tisztán eolikus származásúak. Tehát nem tudom osztani Miháltz kartársamnak azt a végkövetkeztetést, hogy a fentiek a lösz tisztán eolikus származását bizonyítják. — Igen figyelemre méltó az, hogy folyóvízben élő csigák a löszből nem ismeretesek. De vajjon levonhatjuk-e ebből azt a következtetést, hogy ennél fogva csak a tavi üledékek alkalmasak a löszképződésre? Nézetem szerint nem. A morotvák állóvizek, amiket a folyó árvíz alkalmával az iszapjával fokozatosan feltölt. A faunájuk állóvízi, de folyóvízi iszap temeti be a benne élő csigák héjját. Amint a morotva annyira feltöltődött, hogy időszakosan szárazzá válik, megfelelő éghajlati viszonyok mellett megindul benne a löszképződés a folyóvíz szállította, és osztályozta iszapon.