

## Talajképződési folyamatok rekonstrukciója morfológiai, talajtani és ásványtani vizsgálatok alapján egy visontai paleotalaj szelvényében

<sup>1</sup> BERÉNYI ÜVEGES JUDIT, <sup>2</sup> NÉMETH TIBOR, <sup>3</sup> MICHÉLI ERIKA és  
<sup>2</sup> TÓTH MÁRIA

<sup>1</sup> KVM, Budapest, <sup>2</sup> MTA Földtudományi Kutatóközpont, Geokémiai Kutatólaboratórium, Budapest és <sup>3</sup> SzIE Talajtani és Agrokémiai Tanszék, Gödöllő

A Mátraalja területe alluviális hordalékkúpok rendszeréből áll (FRANYÓ, 1982), melyben több rétegsor típus fordul elő. Ezek közül az egyik legjellegzetesebb a visontai lignitbánya kis déli bányagödrének délnyugati falában található. A következőkben ezen rétegsor negyedidőszaki képződményeket tartalmazó szelvényében megfigyelhető talajképződési folyamatokat mutatjuk be, elsősorban talajtani, kémiai és ásványtani vizsgálatok alapján.

A visontai lignitbánya területén folytak már korábban is kutatások. MIKLÓS (1967) geológiai és hidrogeológiai szempontból vizsgálta a területet. Geomorfológiai, paleontológiai, és paleomágneses méréseken alapuló komplex vizsgálatot pedig a PÉCSI által vezetett kutatócsoport végzett (KRETZOI et al., 1985). Vizsgálataikat a „Keleti II” bányagödörben végezték, melynek során egy völgykitöltést tanulmányoztak, ahol az alluviális üledéksorban pleisztocén foszsziliákat is találtak, valamint a pleisztocén rétegek alatt egy vörösgyagréteget is leírtak, melynek képződését a pliocénre teszik.

HORVÁTH (1999) a visontai külfejtés kis déli bányagödörében vizsgált egy ÉNy–DK csapásirányú szelvényszakaszt üledékképződési és felszínfejlődési szempontból. Ennek a szelvényszakasznak a része a jelen cikkben talajképződési szempontból bemutatott szelvény. A rétegsorban előforduló agyagásványok részletes jellemzése NÉMETH et al. (1999) cikkében jelent meg.

### Anyag és módszer

#### *A vizsgált szelvény*

A szelvény legfelső részén a jelenkori csernozjom barna erdőtalaj A-szintje található, mely 50 cm vastag, nagyon sötét szürkésbarna (10YR 3/2) színű és szemcsés szerkezetű. A talaj B-szintje 60 cm vastag, barna (10YR 4/6) színű,

---

*Postai cím:* BERÉNYI ÜVEGES JUDIT, Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, 1011 Budapest, Fő u. 44–50. *E-mail:* Berenyi@mail.ktm.hu

hasábos szerkezetű, néhány szerkezeti elem felületén agyaghártyával. A két szint közötti átmenet folytonos. A B-szint alján 110 cm mélységben éles határral kezdődik egy  $\text{CaCO}_3$  felhalmozódási szint. A jelenkori talaj alatt egy vastag paleotalajként azonosított vörös (5YR 5/8) színű, agyagos paleotalaj réteg található 2 m vastagságban. A réteg nagyhasábos, diós szerkezetű, néhol ék alakú elválási felületekkel, csúszási tükrökkel. A szerkezeti elemek felületén fekete mangánhártyák és a réteg felső részén sárgás elszíneződés (2,5Y 5/6) figyelhető meg. A réteg további jellegzetes vonása, hogy benne gyakoriak a változatos alakú és méretű mészkonkréciók.

A vörösayagot éles határ választja el az alatta található rétegtől. Ez az ún. „tarka, bioturbált” réteg, mely különböző színű anyagok keverékéből áll. A réteg felső részén egy rózsaszínű (5YR 7/4), alsó részén egy sárga színű (2,5YR 7/8) anyag található, melyben a felette lévő vörös paleotalaj anyagával kitöltött csatornák figyelhetők meg. A csatornákat állatjáratokként értelmeztük. A járat-kitöltések anyagából vett mintában egy *Lagurus lagurus* (meghatározta Dr. Kordos László) fog került elő. A járatokat valószínűleg ez, vagy ehhez hasonló kisemlős áshatta. A rétegben zöldesszürke lapos agyagdarabok is találhatóak, melyek mérete, gyakorisága és szögletessége a rétegben felfelé csökken. Az agyagdarabok orientációja a réteggel párhuzamos, néhány helyen azonban zavartan helyezkednek el. Az egész réteg mésszel átitatott, és benne változatos alakú és méretű mészkonkréciók is előfordulnak. A réteghatáron és az alatta lévő szürke rétegben lemezes szerkezet figyelhető meg.

A következő réteg szürke (5Y 5/2) agyag, melynek tetején egy fekete (2,5Y 2/0) 1–2 cm vastag szenes sáv húzódik. Ez alatt egy zöldesszürke agyagréteg helyezkedik el, melyben 0,5–1 mm méretű mészkonkréciók találhatóak.

#### *Vizsgálati módszerek*

A rétegek anyagainak mechanikai összetételét a karbonátok eltávolítása után pipettás módszerrel határoztuk meg (GEE & BAUDER, 1986; VÁRALLYAY, 1993). A higroszkóposítást a Sík-féle módszerrel,  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  feletti légtérben mértük (VÁRALLYAY, 1993). A minták fő- és nyomelem-összetételének meghatározása Li-metaborátos feltárás után ICP AES technikával történt (RÉNYI, 1983), hasonlóan a redukálható (Mehra–Jackson módszer) és az oxálsavas ammónium-oxalát (Tam módszer) által oldható Fe-tartalom meghatározásához (LOEPPERT & INSKEEP, 1996). A fizikai és a kémiai vizsgálatokat két párhuzamos minta elemzésével végeztük. Ha a két ismétlés között a relatív hiba az 5 %-ot meghaladta, a mérést megismételtük.

Az ásványos összetétel meghatározása röntgen pordiffrakcióval, szemikvantitatív fázisanalízissel (NÁRAY-SZABÓ & PÉTERNÉ, 1964; KÁLMÁN, 1993) történt, Philips PW-1730 diffraktométerrel,  $\text{Cu-K}\alpha$  sugárzást alkalmazva, 45 kV gyorsítófeszültség és 35 mA áramerősség mellett,  $0,05^\circ$   $2\theta/1$  sec. goniométer-

sebességgel. Az agyagásványok meghatározásához az üleptéssel leválasztott agyagfrakció (szemcseátmérő  $< 2 \mu\text{m}$ ) Mg-, K- és Li-mal telített, etilénlikolos és glicerines kezelés, valamint hevítés után nyert preparátumaikról készített felvételek alapján vizsgáltuk.

Az agyagásvány vizsgálatokat termoanalitikai mérésekkel (FÖLDVÁRI, 1986; RÓZSAVÖLGYI, 1993), és Fourier Transzformációs Infravörös Spektroszkópiával BIO-RAD FTS 165, az ún. „agyagfilmes” technikával (JOHNSTON & AOCHI, 1996) egészítettük ki.

## Eredmények

### A fizikai vizsgálatok eredményei

Az 1. táblázatban látható adatok alapján megállapítható, hogy a minták homoktartalma igen alacsony, minden esetben kisebb, mint 5 %. Az is megfigyelhető, hogy a szürke és a zöldesszürke agyagrétegekből származó minták homoktartalma egy nagyságrenddel kisebb, mint a jelenkori talaj és a paleotalaj mintáké. A higroszkóposági értékek alapján a jelenkori talaj és a paleotalaj szintjei és rétegei kivétel nélkül agyagos vályognak, a szürke agyagok egy része agyagos vályog, másik része agyagnak bizonyult. Összességében elmondható, hogy egymáshoz képest a jelenkori talaj és a vörös paleotalaj mechanikai összetétele nem mutat nagy eltérést. A szürke rétegek pedig abban különböznek a

1. táblázat

A mechanikai összetételre vonatkozó vizsgálatok eredményei

(1) A minta származási helye	(2) $h_{y_i}$	(3) Agyag % $< 0,002$ mm	(4) Finom por % $0,002-0,02$ mm	(5) Durva por % $0,002-0,2$ mm	(6) Homok % $> 0,2$ mm	(7) Fizikai féleség
a) Jelenkori talaj						
A-szint: 0–50 cm	3,56	44,3	29,7	22,1	3,9	e) iszapos agyag
B-szint: 50–110 cm	4,42	52,6	29,5	13,9	4,0	e) iszapos agyag
Mészfelhalmozódási szint: 110–170 cm	4,21	43,0	22,4	31,3	3,3	e) iszapos agyag
b) Vörös paleotalaj						
1 rész: 170–220 cm	3,93	41,9	34,3	22,7	2,2	e) iszapos agyag
2 rész: 220–250 cm	4,50	49,9	27,9	19,9	2,4	e) iszapos agyag
3 rész: 250–310 cm	4,17	42,1	34,0	22,0	3,2	e) iszapos agyag
4 rész: 310–340 cm	4,52	41,6	17,7	37,0	3,0	e) iszapos agyag
c) Szürke agyag 440–465 cm	5,76	62,0	24,9	12,8	0,3	f) agyag
d) Zöldesszürke agyag 460–490 cm	4,68	57,0	26,5	16,3	0,2	e) iszapos agyag

jelenkori talaj és a vörös paleotalaj rétegeitől, hogy kisebb a homok- és nagyobb az agyagtartalmuk. A jelenkori talaj esetében az A- és a B-szint agyagtartalma alapján a textúrdifferenciálódási hányados 1,18. Ez az érték nem elégíti ki az agyagbemosódásos barna erdőtalajok csoportjába való besorolás követelményeit.

Az utólagos átmeszeződés miatt szükségesnek tartottuk a karbonáttartalmú minták agyagtartalmát karbonátmentes anyagra vonatkoztatva is megadni, mert így kiküszöbölhető a karbonáttartalom torzító hatása. Átlagosan 15–20 % karbonáttartalommal számolva 50 % körüli értéket kapunk. Ebből feltételezhető, hogy a jelenkori talajban a talajképződés során számottevő agyagosodás nem ment végbe. A paleotalajból vett minták alapján talajképződési folyamatok hatására bekövetkezett agyagtartalom változás nem bizonyítható.

#### *A szelektív oldási vizsgálatok eredményei*

A szelektív oldási vizsgálatok eredményeit a 2. táblázat tartalmazza. Az amorf Fe és Al kis mennyisége alapján arra lehet következtetni, hogy a mállási folyamatok viszonylag lassúak voltak, a vizsgált mintákban kevés az amorf mállástermék. A terepi vizsgálatok alapján felmerült, hogy intenzív mállással trópusi körülmények között lezajlott talajképződést feltételezhetünk a vörös paleotalaj esetében. A vizsgálati eredmények alapján ez nem nyert megerősítést. Nem kizárható azonban, hogy a képződés idején még amorf vasoxidok ma már

2. táblázat

A szelektív oldási vizsgálatok eredményei (Fe, Al)

(1) Minta	Fe <sub>o</sub>	Al <sub>o</sub>	Fe <sub>d</sub>	Fe <sub>t</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3o</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3d</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3t</sub>
	%						
a) Jelenkori talaj							
A-szint: 0-50 cm	0,23	0,14	1,22	4,10	0,33	1,75	5,85
B-szint: 50-110 cm	0,14	0,19	1,60	4,70	0,20	2,28	6,72
Mészfelhalmozódási szint: 110-170 cm	0,14	0,17	1,40	4,45	0,20	2,00	6,37
b) Vörös paleotalaj							
170-220 cm	0,10	0,16	1,61	4,56	0,15	2,30	6,52
220-250 cm	0,13	0,19	1,99	4,86	0,18	2,84	6,94
250-310 cm	0,10	0,18	1,29	4,37	0,14	1,84	6,24
310-340 cm	0,12	0,21	1,46	4,55	0,17	1,88	6,51
c) Szürke agyag							
440-465 cm	0,04	0,07	0,14	4,65	0,05	0,21	6,65
d) Zöldesszürke agyag							
460-490 cm	0,02	0,04	0,58	4,90	0,03	0,83	7,00

*Megjegyzés:* <sub>o</sub>: ammónium-oxaláttal kivonható vas-, ill. alumínium; <sub>d</sub>: redukálható vas; <sub>t</sub>: összes vas

kristályos formában vannak jelen (MACK, 1992). A redukálható vastartalom mennyisége a jelenkori talaj B-szintjében és a vörös paleotalajban hasonló értéket mutat, kivéve a paleotalaj középső részét, ahol a 2 %-ot is eléri.

A vastartalom nagyobb része a szilikátásványok rácsában kötődik (3. táblázat). A jelenkori talaj és a vörös paleotalaj mintáiban a kristályos de röntgen-amorf formában az összes vastartalom 24–38 %-a található. A vörös paleotalaj

3. táblázat

A szelektív oldási vizsgálatok eredményei alapján számolt vasformák

(1) Minta	1.	2.	3.	4.	5.
	Fe <sub>t</sub> -Fe <sub>d</sub>	Fe <sub>d</sub> -Fe <sub>o</sub>	Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>t</sub>	Fe <sub>t</sub> -Fe <sub>d</sub> /Fe <sub>t</sub>	Fe <sub>d</sub> -Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>t</sub>
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %		(2) az összes vastartalom %-ában		
a) Jelenkori talaj					
A-szint: 0–50 cm	4,10	1,41	5,72	70,12	24,16
B-szint: 50–110 cm	4,43	2,08	2,97	65,99	31,04
Mészfelhalmozódási szint: 110–170 cm	4,37	1,80	3,17	68,60	28,23
b) Vörös paleotalaj					
170–220 cm	4,21	2,16	2,23	64,65	33,11
220–250 cm	4,10	2,66	2,58	59,07	38,35
250–310 cm	4,41	1,70	2,24	70,57	27,19
310–340 cm	4,62	1,72	2,58	71,04	26,38
c) Szürke agyag					
440–465 cm	6,44	0,15	0,80	96,89	2,31
d) Zöldesszürke agyag					
460–490 cm	6,17	0,80	0,43	88,19	11,38

*Megjegyzés:* 1. szilikátásványok kristályrácsában található vas; 2. szabad, kristályos vas-oxid; 3. amorf/összes; 4. szilikátvas/összes; 5. szabad, kristályos vasoxid/összes; <sub>o, d</sub> és <sub>t</sub>: lásd 2. táblázat

középső részéből származó mintában mennyisége a legtöbb, eléri az összes vastartalom 38 %-át. A szürke rétegekben az összes vastartalom 88–97 %-a köthető a szilikátásványok kristályrácsához. Amorf formában a jelenkori talaj A-szintjében az összes vastartalom 5,2 %-a, a vörös paleotalajban 2,2–3,2 %-a, a szürke rétegekben pedig kevesebb, mint 0,4–0,8 %-a fordul elő. A vas a talajban lejátszódott folyamatokban történő részvétele a jelenkori talaj A-szintjében a legintenzívebb, itt azonban a jelentős mennyiségű szerves anyag szerepét is figyelembe kell venni. A redukálható vastartalom általában a talajképződési és mállási folyamatok során szabaddá vált vas mennyiségével arányos. Ennek alapján a szelvényben legintenzívebb mállás és talajképződés a vörös paleotalaj középső részén valószínűsíthető.

### A fő- és néhány nyomelem eloszlása

Az oxidos formában megadott elemtartalomból meghatároztuk a molekuláris viszonyszámokat, majd ennek alapján kiszámoltuk azon elemek egymáshoz viszonyított arányát, melyek a vizsgált szelvényben mállási és a talajképződési folyamatok szempontjából információt hordoznak (4. táblázat). A Ti/Zr arányban a jelenkori talaj és a vörös paleotalaj mintái között jelentős különbséget nem tapasztalhatunk, azonban a vörös paleotalaj mélyebb részéből származó

4. táblázat

A teljes talajok kémiai összetétele alapján számolt, mállási folyamatokra jellemző arány-  
számok

(1) Minta	SiO <sub>2</sub> / Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub> /ZrO <sub>2</sub>	MgO+Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O/ Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
a) Jelenkori talaj			
A-szint: 0–50 cm	6,75	26,98	0,56
B-szint: 50–110 cm	5,83	31,66	0,43
Mészfelhalmozódási szint: 110–170 cm	5,96	31,13	0,44
b) Vörös paleotalaj			
170–220 cm	5,90	28,40	0,41
220–250 cm	5,57	31,48	0,37
250–310 cm	5,44	35,09	0,46
310–340 cm	5,38	36,35	0,45
c) Szürke agyag			
440–465 cm	5,02	50,43	0,48
d) Zöldesszürke agyag			
460–490 cm	4,43	67,71	0,73

mintákban az arány kicsit megemelkedik a réteg felső részéhez képest. Ez jelezheti azt, hogy a vörös paleotalaj alapkőzete nem egységes. A szürke rétegek nagymértékben különböznek egymástól, valamint a jelenkori talaj és a vörös paleotalaj mintáitól. Ez a jelentős különbség azt jelzi, hogy a jelenkori talaj és a vörös paleotalajok alapkőzete nem a szürke agyagrétegekhez hasonló üledék.

A SiO<sub>2</sub> és a szeszkvioxidok, valamint a vas és az alumínium aránya alapján a Harrasowitz-féle mállási jelleg határozható meg. A vizsgált minták mindegyike „siallitos” mállási jelleget mutatott, mely általában a mérsékelt égövben képződött talajokra jellemző, de trópusi klímán, korlátozott kilúgzási viszonyok mellett kialakult talajokban is előfordulhat (SIGMOND, 1934). A bázikus kationok összessége és az Al aránya a hidrolízissel jellemzett folyamatok mállás mértékére, és az ezt követő kilúgzásról adnak információt. A vizsgált szelvényben a bázikus kationok közül a kalciumot kihagytuk, mert a feltételezett, utólagos átmeszeződés során feldúsuló Ca torzítja az átmeszeződés előtt lezajlott mállási folyamatokra vonatkozó következtetést. Ha az arányszám a 0-hoz igen közeli

értéket mutat, akkor intenzív hidrolízisre és kilúgzásra következtethetünk. Ha az arányszám 1-nél nagyobb értéket ad, akkor a vizsgált minta vagy a gyengén fejlett, vagy az alkalikus talajok közé tartozik (RETALLACK, 1989). Jelen esetben jól fejlett, nem nagymértékben kilúgzott talajokat találtunk mind a paleotalaj, mind a jelenkori talaj esetében. A mállási és kilúgzási viszonyokban ez az arányszám nem a Magyarországon előforduló talajokra, hanem elsősorban amerikai tapasztalatokra alapozva a világon előforduló talajok teljes skálájára vonatkozóan értékeli az eredményeket.

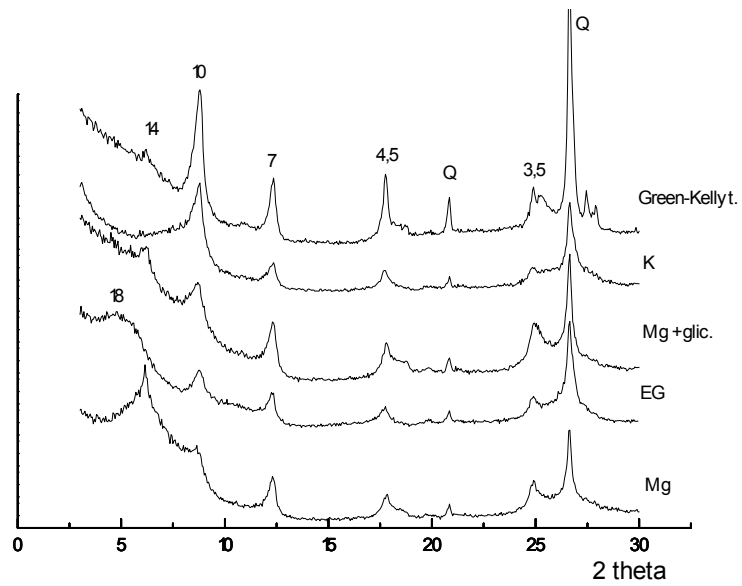
#### *Ásványos összetétel*

Az összes réteg anyagában a kvarc az uralkodó ásvány. Az agyagásvány-tartalom 4 és 40 % között változik. Mellette földpátokat, a karbonátásványok közül pedig kalcitot és dolomitot azonosítottunk. Dolomit nagyobb mennyiségben a zöldesszürke rétegben jelenik meg. A kalcit mennyisége fentről lefelé növekszik, maximumát az ún. „tarka, bioturbált” rétegben éri el.

A szmektit csoport ásványait a Mg-mal való telítés utáni glicerines és az etilenglikolos kezelés közötti különbség alapján különítettük el a vermikulittól: etilenglikol hatására a szmektit és a vermikulit csúcs is eltolódik 16–17 Å-re, glicerinn hatására azonban csak a szmektit csúcs tolik el 17–18 Å-re, a vermikulit 14 Å-nél marad. A szmektitek az összes mintában dioctaéderesnek bizonyultak az 1,5 Å-nél megjelenő 060 reflexió alapján. K-mal való telítés hatására a jelenkori talajban és a vörös paleotalajban található szmektit 10 Å-re esik össze, a szürke rétegekben viszont a 10 Å-ös reflexió mellett megjelenik 12 Å-nél is egy széles csúcs. A K-mal való telítés hatására 10 Å-re összeeső szmektitek nagy rétegtöltésűek, a 12 Å-nél reflexiót adóak pedig kis rétegtöltésűek. A szmektit csoporton belül a montmorillonit és a beidellit elkülönítése a Green-Kelly teszt segítségével történt (GREEN-KELLY, 1953; JAYNES & BIGHAM, 1987). Az agyagásványok meghatározása során alkalmazott kezelések hatását az 1., 2. és 3. ábrák mutatják be.

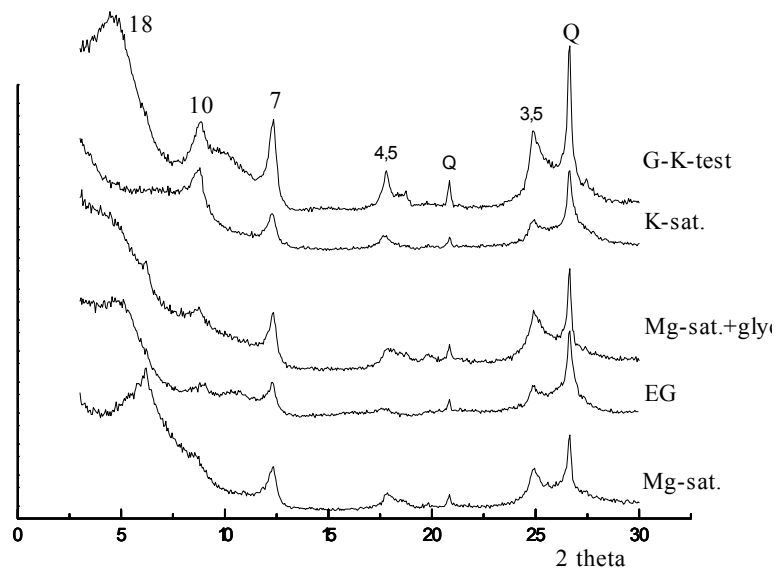
A minták agyagásvány-összetétele igen gazdag (5. táblázat). Minden mintában uralkodó agyagásvány a szmektit, kisebb mennyiségben kaolinit is megtalálható. Ezen kívül azonosítottunk a rétegek és szintek anyagainak nagy részében illitet, vermikulitot, kloritot, illit/szmektit, és klorit/vermikulit közberétegzett ásványt is.

Az egyes minták között a megjelenő ásványfajok tekintetében nincs jelentős különbség, azonban a szmektitek jellegében, a klorit és a vermikulit, valamint a közberétegzett ásványok előfordulásában tapasztalható eltérés az egyes rétegek és szintek anyagai között. A szmektitek közül a jelenkori talaj szintjeiben és a vörös paleotalajban a nagy rétegtöltésű változat uralkodik, a szürke agyagokban a szmektitek kis rétegtöltésűek. A jelenkori talajban a montmorillonitos karakter dominál, a vörös paleotalajban a beidellit és a montmorillonitos karakter egyaránt előfordul. Az, hogy a kettő közül melyik jelleg válik uralkodóvá, mintán



1. ábra

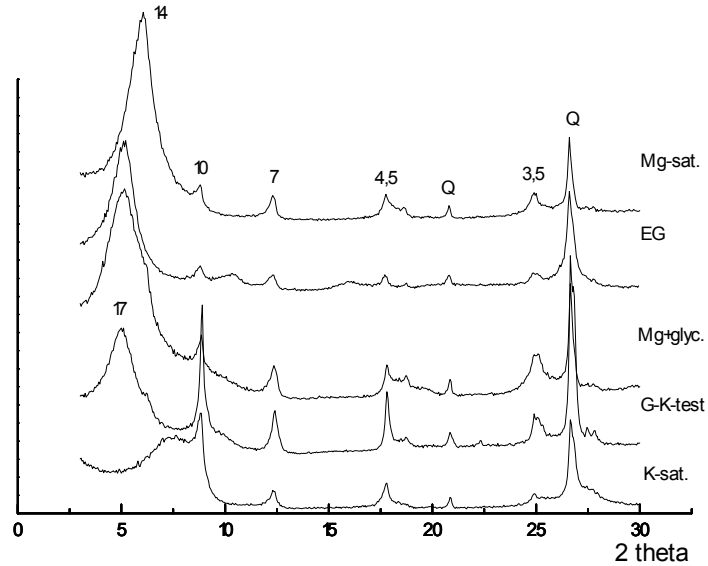
A jelenkőri talaj A-szint agyagfrakciójáról készült XRD felvételek



2. ábra

A vörös paleotalaj agyagfrakciójáról készült XRD felvételek különböző kezelések után





3. ábra

A szürke agyag agyagfrakciójáról készült XRD felvételek különböző kezelések után

5. táblázat

A szintek/rétegek agyagásvány-összetétele

(1) Minta jele	(2) Agyagásvány	(3) A szmektit jellege
a) Jelenkori talaj A-szint: 0–50 cm	szmektit>vermikulit>illit+illit/szmektit>kaolinit > klorit/vermikulit nyomokban	n, mont
B-szint: 50–110 cm	szmektit>>kaolinit>illit/szmektit> klorit/vermikulit	n, mont
Mészfelhalmozódási szint: 110–170 cm	szmektit>vermikulit>kaolinit=illit/szmektit	n, bei
b) Vörös paleotalaj 170–220 cm	szmektit>>kaolinit>illit/szmektit>klorit	n, bei, mont
220–250 cm	szmektit>>kaolinit>illit/szmektit>vermikulit	n, k, bei, mont
310–340 cm	szmektit>>kaolinit>illit/szmektit>vermikulit> klorit/vermikulit	n, k, bei, mont
c) Szürke agyag 440–465 cm	szmektit>vermikulit>illit=kaolinit	k, bei
d) Zöldesszürke agyag 460–490 cm	szmektit=vermikulit>illit=kaolinit=klorit	k, bei, mont

bei = beidellit; mont = montmorillonit; n = nagy rétegtöltés; k = kis rétegtöltés

ként eltérő képet mutat. A szürke agyagokban a beidellites karakter dominál, bár néhány mintában montmorillonitos jelleg is előfordul. A jelenkori talaj és a vörös paleotalaj mintáiban a közberétegzett ásványok nagyobb arányban fordulnak elő, mint a szürke rétegek anyagában.

A vizsgált minták infravörös spektruma nagyon hasonló. Mindegyikben megjelennek a kaolinitre jellemző éles csúcsok a  $3697\text{--}3620\text{ cm}^{-1}$  hullámszám közötti sávban, mely elfedi a szmektittek szerkezetben kötött O–H rezgései közül a kötéstengely irányúakat ( $3750\text{--}3300\text{ cm}^{-1}$ ), ezért ezek alapján a szmektittekről érdemi információt nem kapunk. A torziós rezgések közül minden mintában  $916\text{ cm}^{-1}$  és  $800\text{ cm}^{-1}$  hullámszámnál tapasztaltunk csúcsokat, melyek alapján az oktaédersíkban központi atomként Al és Fe van túlsúlyban (BORCHARDT, 1989).

A termikus vizsgálatok DTA görbéin a  $165\text{ °C}$  körül megjelenő endoterm csúcs a rétegeközi térben, a  $220\text{--}230\text{ °C}$  körül található pedig a rétegeközi kation hidrátburkában kötött víz távozását jelzi. Mintától függően  $550\text{ °C}$  és  $700\text{ °C}$  körül különböző nagyságú endoterm csúcsokat láthatunk, mely a rácsszerkezet –OH csoportjainak távozását jelzik. Az a tény, hogy e csúcs a mintákban különböző erősséggel jelentkezik alátámasztja a beidellites és montmorillonitos karakter egyidejű és különböző mértékű jelenlétét. A  $900\text{ °C}$  körül található endoterm–exoterm csúcsrendszer pedig szintén a szmektittek sajátosságága, mely a szerkezetben található összes –OH csoport távozását és a szerkezet szétesését jelzi (FÖLDVÁRI, 1986; RÓZSAVÖLGYI, 1993).

### **Az eredmények értelmezése talajképződési szempontból**

#### *Az agyagásványok értékelése*

A jelenkori talaj szintjeiben és a vörös paleotalaj mintáiban a közberétegzett változatok nagyobb aránya, a kis krisztalitméret, valamint a kisebb mértékű szerkezeti rendezettség (NÉMETH et al., 1999), továbbá a szmektittek nagy rétegtöltése a jellemző. Ezzel szemben a szürke agyagrétegekben nagyobb a krisztalitok mérete, és a nem – vagy csak minimálisan – közberétegzett szerkezetű fázisok dominanciája, valamint a szmektittek kis rétegtöltése tapasztalható.

A vörös paleotalaj agyagásvány elegyrészei alapján a következő ásványátalakulási folyamatok valószínűsíthetők: a kis rétegtöltésű szmektit nagy rétegtöltésűvé alakulása, a montmorillonitos karakter beidellitesedése, valamint alárendelt mértékben klorit–vermikulit átalakulás. A fent leírt agyagásványos összetétel, a mintákban előforduló szmektittek jellemzői, valamint a valószínűsített ásványátalakulási folyamatok a jelenkori Vertisolokra jellemzőek (FAO–UNESCO, 1994; COULOMBE et al., 1996a,b) Külföldi szakirodalmi konkrét példák hasonló jelenségeket említene. BADRAOUI és BLOOM (1990) Marokkóban, kréta mészkövön kialakult vörösayag alapkőzetén, hidrotoposzekvencia mentén vizsgált Vertisol jellegű ún. „Tirs” talajokban vasban gazdag nagy réteg-

töltésű beidellitet írt le a talajképződés során keletkezett domináns ásványként. RIGHI és munkatársai (1995) Olaszországban pélites üledéken képződött Vertisolok tanulmányozása során tapasztalták, hogy az alapkőzet domináns agyagásványa, a kis rétegtöltésű szmektit beidellites és montmorillonitos karaktere egyaránt jelen van; a Vertisol fejlődése során nagy rétegtöltésű beidellit alakult. Másik közleményükben (RIGHI et al., 1998) Szardínia szigetén, miocén márgás üledékeken képződött talajokban írják le a talajképződés során kialakult nagy rétegtöltésű beidellit. Az alapkőzetben montmorillonitos karakterű szmektit alakult át nagy rétegtöltésű beidellit alacsony hőmérsékleten, alkali-közegben. A Vertisolokban előforduló szmektitek fokozatos átmenetet mutatnak a montmorillonit–beidellit–nontronit szélső tagok között a rétegtöltés eredetében és eloszlásában, azonban a leggyakoribb a vasas beidellit. Ennek oka az, hogy leggyakrabban vasban és magnéziumban gazdag alapkőzeten keletkeznek. A Vertisolokban előforduló szmektitek általában kevésbé rendezett szerkezetűek és gyakran közberétegzettek, vagy kevert szerkezetűek (RIGHI & MEUNIER, 1995).

A mintákban található illit és klorit a vörös paleotalajban, valamint a jelenkori talajban lösznek, vagy lösz-szerű üledéknek a talajképző kőzet anyagához való hozzákeveredését jelzi (STEFANOVITS, 1973). A szürke agyagok mintái esetében az illit és a klorit eredetileg is az üledék alkotórésze, mivel ezek *in situ* képződmények. Valószínűsíthető koruk alapján elvetettük a lösz szerepét.

#### *Talaj- és üledékképződési folyamatok*

A vörös paleotalaj kialakulását a Vertisolokra (FAO–UNESCO, 1994; Keys to Soil Taxonomy, 1998) jellemző talajképződési folyamatok uralták. Ennek során az agyagásványok váltakozó duzzadása és zsugorodása következtében fellépő nyíróerők szerkezetképző és gyúró–keverő hatása dominált. A vörös paleotalaj jelenleg is megfigyelhető tulajdonságai – a mélységre vonatkozó megkötésektől eltekintve – kielégítik a FAO–UNESCO talajosztályozás (1994) Vertisolokra vonatkozó követelményeit: több mint 30 % agyagtartalom, csúszási tükrök és jellegzetes paralepipedon alakú hasábos szerkezet, vagy ék alakú szerkezeti elemek. A Vertisolok széles skálán változó hőmérsékleti- és csapadékviszonyok mellett keletkezhetnek. Klimatikus jellemzők között kritérium azonban a száraz és nedves periódus váltakozása (WILDING et al., 1983). A visontai vörös paleotalaj képződésekor uralkodó éghajlati jellemzőkre is ez volt érvényes.

A vörös paleotalaj talajképző kőzete a Mátrából származó andezit málladék anyag, és vörösayag, mely többszörös áthalmazódással, lejtős tömegmozgással valamint vízi szállítással került jelenlegi helyére (BERÉNYI ÜVEGES et al., 2002). A mállástermékek elszállítása, az erózió, a hegység kiemelkedése óta intenzívebbé vált, melynek során nagy mennyiségű anyag halmozódott fel a hegység előterében. Ennek az anyagnak nagy része tovább szállítódott a jelen-

kori Alföld területének belseje felé (VARGA et al., 1975). A többszörös áthalmozódás során az andeziten kialakult vörösgyagokhoz egyéb üledékek is keveredtek, melyek közül a negyedidőszaki lösz nagy jelentőséggel bír (STEFANOVITS, 1973). A szelvényben a lösznek nemcsak a talajképző kőzet egyik komponenseként jut szerep, hanem a löszképződés szüneteiben, valószínűleg a talajképződés során a lösz  $\text{CaCO}_3$ -tartalma kilúgzódott és a szürke agyagrétegek felett felhalmozódott, miközben a vörös paleotalajban mészkonkréciók képződtek (MICHÉLI et al., 1999).

A jelenkori talajban a következő talajképződési folyamatokat lehetett felismerni: humuszosodás, kilúgzás,  $\text{CaCO}_3$ -felhalmozódás. A szürke rétegekben a vékony szenes agyagréteg jelenlétéből és a gyökérnyomokból láposodásra, mint múltban lejátszódott folyamatra, lehet következtetni. A vastag üledéklerakódás azonban megváltoztatta az eltemetett talajok tulajdonságait. A vörös paleotalajban helyenként megjelenő kifakulást valószínűleg az eltemetődés utáni, redukatív viszonyok kialakulása eredményezte.

A vörös és a szürke rétegek között (az ún. tarka, bioturbált rétegben) az állati tevékenység keverő hatása és a másodlagos karbonátkiválás játszották a domináns szerepet. A lemezes szerkezet és a zöld agyagklasztok töredezettsége néhány helyen fagyhatás és/vagy ezzel együtt járó mészkiválás nyomaiként értelmezhetőek (HORVÁTH, 1999).

### A szelvény fejlődéstörténete

A pannon végén–negyedidőszak elején a Mátraalján megjelenő lignitlepes összlet fedőjeként egy meanderező folyó általi üledéklerakódással jellemzett környezet alakult ki, melyben homok- és agyagrétegek váltakoznak (HORVÁTH, 1999). Ezeken öntés-, réti-, valamint – a lefűződött holtágakban, vagy az üledéktől függően – láptalajok alakultak ki. A vizsgált rétegsor alján található fosszilis láptalaj ezek közé tartozik. A láptalaj felett még folytatódnak az öntésrétegek, melyeknek anyaga alul agyag, majd finom homok. A rétegben megfigyelt lemezes szerkezet, a zöld agyagréteg feltöredezése, és a vizsgált fal néhány pontján kaotikus elrendeződése fagy vagy periodikus fagyás–olvadás hatására alakult ki, mely azonban már a negyedidőszak hideg periódusaira jellemző. E felett található éles határral a vörös paleotalaj, mely talajképző kőzetének lerakódása, és maga a talajképződés is több periódusban mehetett végbe. A negyedkorra jellemző löszhullás eredményeképpen a vörös paleotalajt meszes lösz, vagy lösz-szerű üledék fedte be, melyből a talajképződés időszakaiban a  $\text{CaCO}_3$  kilúgzódott és a szürke réteg feletti tartományban kicsapódott. Ezzel magyarázható a mészimpregnáció és a mészkonkréciók jelenléte. Nagy valószínűséggel erre az időszakra tehető – elsősorban a *Lagurus Lagurus* fog alapján – az állatjáratok kialakulása a vörös paleotalaj alatti rétegben. Az erózió hatására azonban ez a lösztakaró teljes egészében lepusztult.

A visontai szelvény jelenleg megfigyelhető formáinak kialakulása több egymás után, vagy egy időben lezajlott folyamat eredményének tekinthető. Ezen folyamatok hatásai egymást átfedik, így az egész szelvény, és annak legtöbb rétege külön-külön is poligenetikus képződménynek tekinthető. Az egyes folyamatok nagy valószínűséggel több periódusban, egymást többször váltva is ismétlődhetnek. Sorrendjüket nehéz meghatározni, mivel a folyamatok elfedhetik az előzők által kialakított bélyegeket. Feltételezhető „hiátusok” megléte a szelvényben, mely azt jelzi, hogy bizonyos üledékrétegeket, talajsinteket az erózió folyamata eltávolított a szelvényből, csak bizonyos anyagok (pl. a mészkonkréciók) meglétéből következtethetünk egykori jelenlétükre.

### Összefoglalás

A mátraaljai területen, a visontai szelvényben talajtani és ásványtani vizsgálatok alapján eltérő körülményeket jelző talajképződési folyamatokat mutattunk ki. Ezek közül a vörös paleotalajban az agyagásványok periodikus duzzadása és zsugorodása során jellegzetes, Vertisolokra jellemző szerkezet kialakulása, karbonát-felhalmozódás, reduktív és oxidatív viszonyok váltakozása jellemző. A szelvény mélyebb részében fagyhatásra utaló lemezes szerkezet, állati keverő tevékenység, és a legalsó vizsgált rétegcsoportban pedig láposodás valószínűsíthető. A jelenkori talajban a humuszosodás és kilúgzás bélyegei figyelhetők meg. Az egyes folyamatok valószínűleg több periódusban is lejátszódtak. Az egyes periódusok alatt és között jelentős szerep jutott az erózióknak és az áthalmazódási folyamatoknak is.

**Kulcsszavak:** paleotalaj, agyagásvány, talajképződési folyamatok, Vertisol

### Irodalom

- BADRAOUI, M. & BLOOM, P. R., 1990. Iron-rich high-charge beidellite in Vertisols and Mollisols of the High Chaouia Region of Morocco. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **54**. 267–274.
- BERÉNYI ÜVEGES J. et al., 2002. Mátrai vörösgyagok szerepe a visontai paleotalajok képződésében az ásványtani és geokémiai vizsgálatok tükrében. *Földtani Közlöny*. 132. Különszám. 283–293.
- BORCHARDT, G., 1989. Smectites. In: Dixon, J. B. & Weed, S. B.: *Minerals in Soil Environments* 2. kiad. 505–509; 683–685. Soil Science Society of America. Madison, Wisc.
- COULOMBE, C. E., DIXON, J. B. & WILDING, L., P., 1996a. Mineralogy and chemistry of Vertisols. In: *Vertisols and Technologies for Their Management*. (Eds.: AHMAD,

- N. & MERMUT, A.) 121–145. *Developments in Soil Science* 24. Elsevier. Amsterdam–Oxford–New York.
- COULOMBE, C. E., WILDING, L. P. & DIXON, J. B., 1996b. Overview of Vertisols: Characteristics and impacts on society. *Advances in Agronomy*. **57**. 322–328.
- FAO–UNESCO, 1994. *Soil Map of the World. Revised Legend with Corrections. World Resources Report 60*. ISRIC. Wageningen.
- FÖLDVÁRI M., 1986. A földtani kutatásban alkalmazott termoanalitikai módszerek. MÁFI Módszertani közlemények 1. Budapest.
- FRANYÓ, F., 1982. The scientific and practical significance for investigating the quaternary fluvial fans of the foreland of the Bükk and Mátra mountains. In: *Quaternary Studies in Hungary*. (Ed.: PÉCSI, M.) 95–105. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet. Budapest.
- GEE, G. W. & BAUDER, J. W., 1986. Particle size analysis. In: *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. (Ed.: KLUTE, A.) 400–404. Soil Science Society Inc. Madison, Wisc.
- GREEN-KELLY, R., 1953. The identification of montmorillonitoids in clays. *Soil Sci.* **4**. 233–237.
- HORVÁTH Z., 1999. Plio-pleisztocén felszínfejlődési rekonstrukció pontosítása a Mátra DK-i előterében. Szakdolgozat. ELTE TTK. Budapest.
- JAYNES, W. F. & BIGHAM, J. M., 1987. Charge reduction, octahedral charge and lithium retention in heated, Li saturated smectites. *Clays and Clay Minerals*. **35**. 440–448.
- JOHNSTON, C. T. & AOCHI, Y. O., 1996. Fourier Transform Infrared and Raman Spectroscopy. In: *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*. (Ed.: SPARKS, D. L.) 269–308. Soil Science Society Inc. Madison, Wisc.
- KÁLMÁN A., 1993. Talajok röntgendiffrakciós fázisanalízise. In: *Talaj és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv I.* (Szerk.: BUZÁS I.) 293–315. INDA 4231 Kiadó. Budapest.
- Keys to Soil Taxonomy*, 1998. 8<sup>th</sup> ed. USDA NRCS, Washington, D. C.
- KRETZOI, M. et al., 1982. Pliocene Pleistocene correlative sediments in Hungary based on lithological, geomorphological, paleontological and paleomagnetic analyses of the exposures in the open cast mine at Gyöngyösvisonta. In: *Quaternary Studies in Hungary*. (Ed.: PÉCSI, M.) 43–75. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet. Budapest.
- LOEPPERT, R. H. & INSKEEP, W. P., 1996. Iron. In: *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*. (Ed.: SPARKS, D. L.) 645–650. Soil Science Society Inc. Madison, Wisc.
- MACK, H. M., 1992. Paleosols as an indicator of climatic change at the early-late cretaceous boundary, Southwestern New Mexico. *Journal of Sedimentary Petrology*. **62**. (3) 483–494.
- MICHÉLI, E. et al., 1999. Transport and recrystallization of calcium carbonate in paleosols. In: *Agronomy Abstracts*. 167. Annual Meeting of the American Society of Agronomy, Salt Lake City.
- MIKLÓS M. 1967: A visontai kutatási terület és vízföldtani viszonyai. *Bányászati Kutató Intézet Közleményei*. **11**. 95–111.
- NÁRAY-SZABÓ I. & PÉTER T.-NÉ, 1964. Agyagok és talajok ásványi elegyrészeinek mennyiségi meghatározása diffraktométerrel. *Földtani Közöny*. **94**. 444–451.

- NÉMETH, T. et al., 1999. Clay minerals in paleosols at Visonta, Hungary. *Acta Mineralogica–Petrologica*, Szeged. **XL**. 11–20.
- RÉNYI K., 1983. Kőzetanalitikai módszerek. MÁFI. Budapest.
- RETAILLACK, G. J., 1989. *Soils of the Past*. Unwin Hyman. Boston.
- RIGHI, D. & MEUNIER, A., 1995. Origin of clays by rock weathering and soil formation. In: *Origin and Mineralogy of Clays*. (Ed.: VELDE, B.) 43–157. Springer. Berlin.
- RIGHI, D., TERRIBILE, F. & PETIT, S., 1995. Low-charge to high-charge beidellite conversion in a Vertisol from south Italy. *Clays and Clay Minerals*. **43**. 495–502.
- RIGHI, D., TERRIBILE, F. & PETIT, S., 1998. Pedogenic formation of high-charge beidellite in a Vertisol of Sardinia, Italy. *Clays and Clay Minerals*. **46**. 167–177.
- RÓZSAVÖLGYI J., 1993. Termikus vizsgálatok. In: *Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv I.* (Szerk.: BUZÁS I.) 317–334. INDA 4231 Kiadó. Budapest.
- SIGMOND E., 1934. *Általános talajtan*. Szerző kiadása. Budapest.
- STEFANOVITS, P., 1973. The influence of the Pleistocene slope deposit formation and mass movement on the soil cover. *Földrajzi Közlemények*. **21**. (2) 145–151.
- VÁRALLYAY GY., 1993. A fizikai talajféleség meghatározása. In: *Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv I.* (Szerk.: BUZÁS I.) 37–41, 50–54. INDA 4231 Kiadó. Budapest.
- VARGA GY., CSILLAGNÉ TELPÁNSZKY E. & FÉLEGYHÁZI ZS., 1975. A Mátra hegység földtana. MÁFI évkönyve. LVII. (1) Műszaki Könyvkiadó. Budapest
- WILDING, L. P., SMECK, N. E. & HALL, G. F., 1983. *Pedogenesis and Soil Taxonomy*. Elsevier. Amsterdam.

*Érkezett: 2001. október 3.*

## Reconstruction of Soil Forming Processes Based on Morphological, Chemical and Mineralogical Analyses in a Paleosol Profile at Visonta

<sup>1</sup>J. BERÉNYI ÜVEGES, <sup>2</sup>T. NÉMETH, <sup>1</sup>E. MICHÉLI and <sup>2</sup>M. TÓTH

<sup>1</sup> Ministry of Environment and Water, Budapest, <sup>2</sup> Laboratory for Geochemical Research, Hungarian Academy of Sciences, Budapest and <sup>3</sup> Department of Soil Science and Agricultural Chemistry, Szent István University, Gödöllő (Hungary)

### Summary

Investigation aiming the reconstruction of soil forming processes in a representative paleosol profile was carried out in the open lignite mine located at Visonta (pediment of the Mátra mountains, Hungary). The sequence of layers of the studied wall consists of a present day chernozem brown forest soil on top, a red paleosol, a bioturbated layer and two grey clay layers. Samples from identified layers and horizons were examined by chemical and mineralogical methods (XRD, FTIR, DTA). The characteristics of the red paleosol (structure, presence of „slickensides”, high clay content, smectitic mineralogy, high layer charge of smectites etc.) indicates that the dominant soil forming process was periodic shrinking and swelling of the clays. It correlates very well with the features described in present day Vertisols (FAO–UNESCO, 1998) in several parts of the world. The parent material of the red paleosol at Visonta seems very likely to be the red clay formed in the Mátra Mountains. This red clay was eroded off, reworked, mixed with other sediments, (e.g. loess) and deposited on the site. The evidence on the influence of loess or loess like material is the presence of chlorite and its usual alteration products towards vermiculite, moreover the presence and the characteristics of the calcium carbonate concretions. The present day state was reached as the result of several different processes: the periodical shrinking and swelling of the clays which indicates changes of wet and dry periods, eluviation and precipitation of carbonates, frost effects, and periodical freeze and thaw, bioturbation, reworking of materials and erosion. Most of them reoccurred periodically, consequently they over-printed each other.

*Table 1.* The results of particle size distribution and texture analysis. (1) Sample identification. a) Present day soil; b) red paleosol; c) grey clay; d) greenish-grey clay. (2) Hygroscopy,  $hy_1$ . (3) Clay %. (4) Fine silt %. (5) Coarse silt %. (6) Sand %. (7) Soil texture. e) silty clay; f) clay.

*Table 2.* The results of the selective dissolution analyses (Fe, Al). (1): See Table 1. *Remarks:*  $o$ : ammonium oxalate extractable iron and alumina;  $d$ : reducible;  $t$ : total iron.

*Table 3.* The forms of iron based on the results of selective dissolution analyses. (1): See Table 1. (2) As percentage of total iron. *Remarks:* 1. Iron in silicate crystals. 2. Free, crystalline iron. 3. Amorphous iron/total iron content. 4. Iron in silicate crystals/total iron. 5. Free crystalline iron/total iron. For  $o$ ,  $d$ , and  $t$ : See Table 2.

*Table 4.* Molecular weathering ratios calculated from the results of total chemical analysis. (1): See Table 1.

*Table 5.* Clay mineral composition of layers/horizons. (1): See Table 1. (2) Clay minerals. (3) Character of smectite. *Remarks:*  $bei$  = beidellite;  $mont$  = montmorillonite;  $n$  = high layer charge;  $k$  = low layer charge.

*Figures:* XRD pattern of the clay fraction of the present day soil's A-horizon (Fig. 1), red paleosol (Fig. 2) and grey clay (Fig. 3) after different treatments.