

Agyagkőzetek



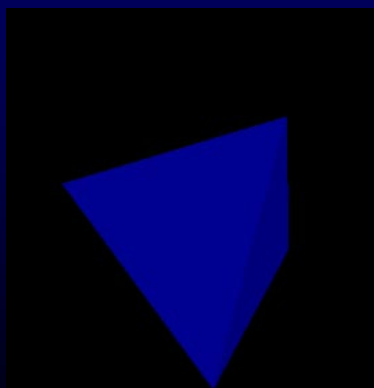
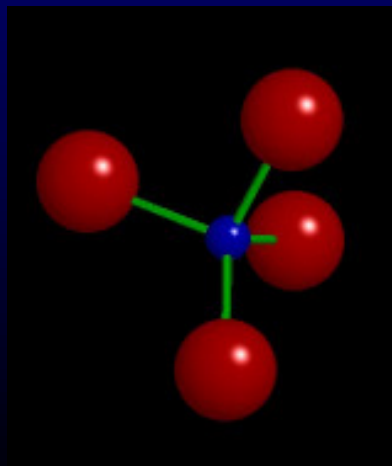
Alkotórészek

- Elsődlegesen agyagásványok
- + kvarc, földpát, karbonátok ...
- Agyagásványok: $d < 2 \mu\text{m}$ szemcseméret, lemezsilikátok \Rightarrow
 - magas adszorpciós képesség
 - magas ioncserélő képesség
 - kis permeabilitás
 - nagy fajlagos felület
 - duzzadókéesség

Agyagásványok szerkezete

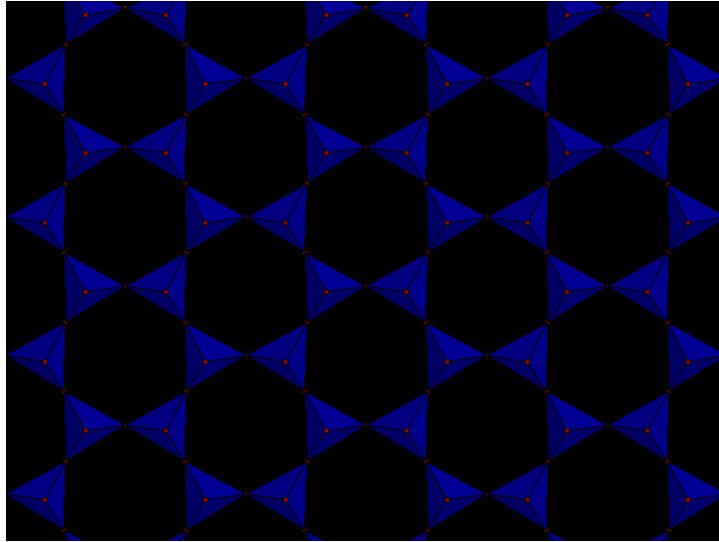
- Alapelemek: tetraéderes (T) és oktaéderes (O) rétegek
 - *tetraéderes*: SiO_4 tetraéder, $\text{Si} \Rightarrow \text{Al}$ (Fe^{3+}) helyettesítés gyakori
 - *oktaéderes*: kation: Al, Mg, Fe^{2+} , Fe^{3+} , ritkábban Li, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn; anion: 2 ponton OH^- , többiben O^{2-}
- A tetraéderek egymással közös O^{2-} -on keresztül kapcsolódnak
- A T és O rétegek közös O^{2-} gyökökkel kapcsolódnak, az O^{2-} gyökök hexagonális keresztmetszetű szelvényt alkotnak

Az építőkö: az $[\text{SiO}_4]^{4-}$ tetraéder

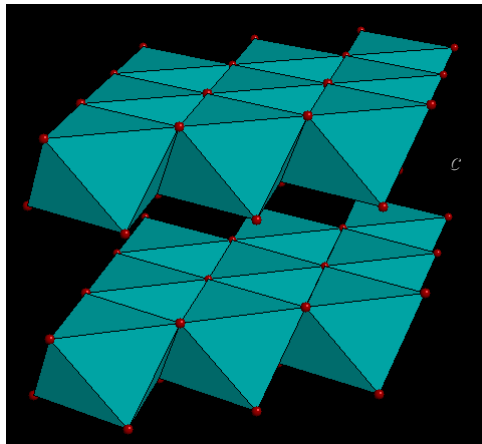


A tetraéderes réteg:

SiO₄ polimerizációja: [Si₂O₅]²⁻

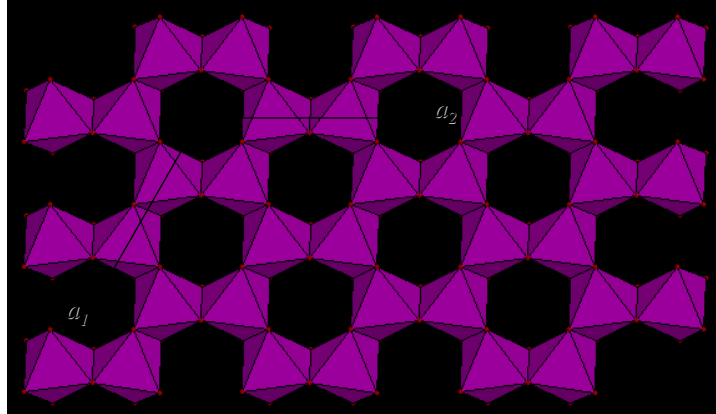


Oktaéderes réteg: trioktaéderes



Brucit: Mg(OH)₂
analógiáján

Dioktaéderes réteg



Gibbsite: $\text{Al}(\text{OH})_3$ analógiája

középpontban Al, csúcsokon OH^-

minden harmadik oktaéder helye üres \Rightarrow dioktaéderes

Szerkezetek

- 1:1 szerkezet: TO (elemi cella 4T + 6O)
- 2:1 szerkezet: TOT (elemi cella 8T + 6O)
- mindegyikből dioktaéderes (Mg, Fe^{2+} ...) és trioktaéderes (Al, Fe^{3+} ...)
- rétegeközi / interlamináris kationok
- TO típus: a szerkezet semleges
- TOT típus: töltéssel rendelkezik \Rightarrow a pikkelyek töltése a felületen pH függő: $\text{pH} < 5,5$: +; $\text{pH} > 5,5$: -
- adszorpciós képesség és ioncsere a felszínen, és a köztes rétegben, valamint az élek mentén
- *ioncsere kapacitás*: + töltésű ionok száma milliekvivalens értékben, amennyit 100 g agyag semlegesíteni tud \Rightarrow szabvány: ammónium acetáttal

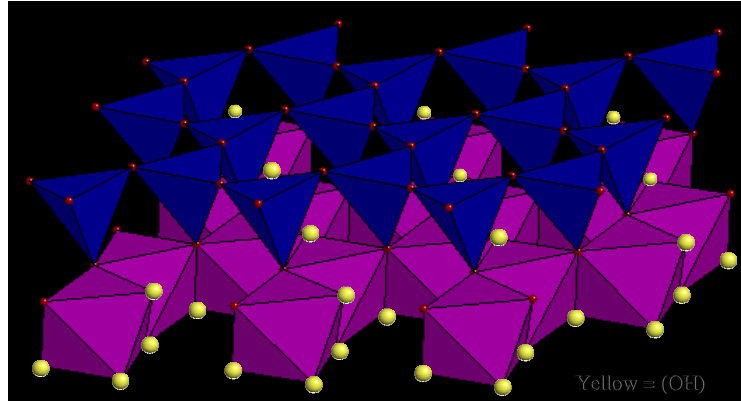
Osztályozás

- T és O rétegek konfigurációja szerint: 1:1; 2:1 típusú szerkezetek
- 2:1 típusnál a közberétegzett tag alkotója szerint
 - cserélhető kation és víz: TOTaC
 - inaktív kation: TOTI
 - oktaéderes réteg: TOTO
- az elemi cellára vonatkozó töltésszám szerint
- a töltést okozó helyettesítések helye szerint (T vagy O rétegben)

Osztályozás

- 1:1 szerkezet: *kaolinit* (diokt.) csoport: kaolinit dickit, nacrit, halloysit
- 2:1 szerkezetek: a közberétegzett tag típusa szerint
 - TOTaC (cserélhető kation és víz)
 - *szmektitek*:
 - diokt: montmorillonit csoport: montmor., beidellit, nontronit
 - triokt: saponit
 - *vermikulit* (diokt, ill. triokt.)
 - TOTI (inaktív kation): csillám csoport: *illit* (diokt.)
 - TOTO (oktaéderes réteg): *kloritok* (di és triokt.)
 - kevert szerkezetű agyagásványok (pl. illit - szmektit)

Kaolinit szerkezet



Kaolinit: $\text{Al}_2 [\text{Si}_2\text{O}_5] (\text{OH})_4$

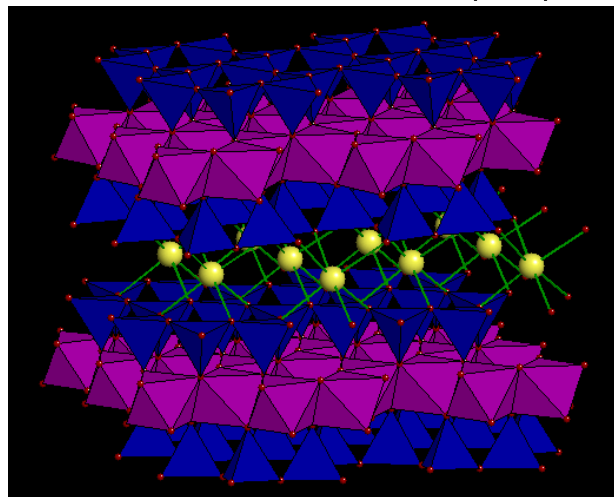
T-layers and **di**octahedral (Al^{3+}) layers

(OH) at center of T-rings and fill base of VI layer →

weak van der Waals bonds between T-O groups

T
O
- vdw
T
O
- vdw
T
O

Csillám szerkezet (illit)



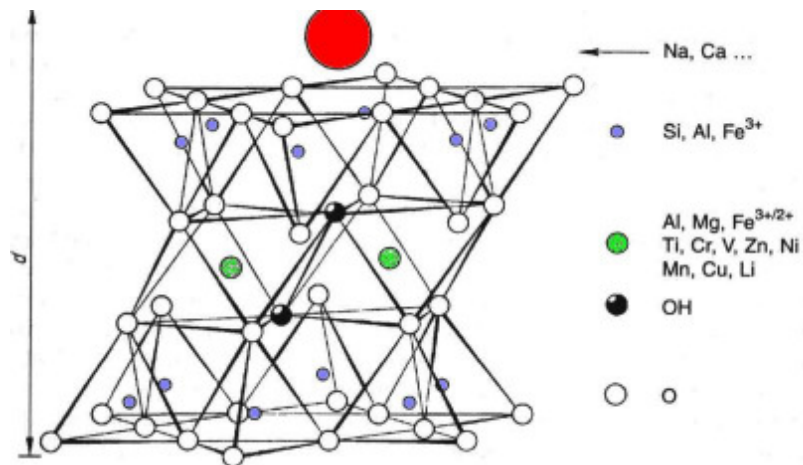
Muszkovit: $\text{K Al}_2 [\text{Si}_3\text{AlO}_{10}] (\text{OH})_2$ (coupled K - Al^{IV})

T-layer - **di**octahedral (Al^{3+}) layer - T-layer - K

K between T - O - T groups is stronger than vdw

T
O
T
I
T
O
T
I
T
O
T

Szmektit szerkezet



kaolinit

- Bázis rácstávolság 7,2 Å
- semleges oktaéderes és igen gyenge töltésű tetraéderes réteg => töltésszám X ~ 0 => igen gyenge ioncsere kapacitás (CEC): 5-15
- A rétegek közötti kötés erős => aránylag nagy szemcseméret: 4 µm-ig => kis fajlagos felület (BET): 6-25 m²/g

Szmektitek

- Duzzadó agyagásványok: a bentonit fő alkotója
- *montomorillonit*: diokt. (\blacktriangle (T): Si; \blacklozenge (O): Al(Mg)), töltés az \blacklozenge rétegtől; közberétegződő: Na^{2+} , Ca^{2+}
- *beidellit*: diokt. (\blacktriangle : Si(Al); \blacklozenge : Al) töltés: T.
- *nontronit*: diokt. (\blacktriangle : Si(Al); \blacklozenge : Fe^{3+}) töltés T.
- *saponit*: triokt. (\blacktriangle : Si(Al); \blacklozenge : Mg) töltés: T.
- X: 0,2 - 0,6: kevés az erős kötéshez a rétegek között a kation megtartásához
- erősen duzzad, kis szemcseméret \Rightarrow BET: 600-800 m^2/g ;
- vízadszorpció a felületen és a rétegek között

Duzzadóképesség

- Térfogatváltozás víz, vagy más poláros oldószer megjelenésekor
- változó töltésszámú: duzzadóképes
- állandó töltésszám (0, 1, 2): nem duzzad
- a duzzadóképesség függ a
 - kationcserélő képességtől
 - töltéssűrűségtől, a töltés pozíciójától

Vermikulit

- Bázis rácstávolság 14 Å
- ▲: Si(Al); ◆: Mg \Rightarrow töltés: ◆ rétegben $X=0,6-0,9$
- köztes rétegben Mg^{2+} , Ca^{2+} kiegyenlít
- csak felületi vízadszorpció \Rightarrow csökkent duzzadókéesség
- CEC=150
- átmeneti szerkezet a kloritok és szmektitiek között
 - aggradáció: növekvő rendezettség \Rightarrow klorit felé
 - degradáció: töltéskiegyenlítő kation helyett cserélhető \Rightarrow szmektit felé
- csillámok, kloritok bontódásából, ahol a K^+ -t hidratált Mg^{2+} helyettesíti \Rightarrow képes visszarendeződni

Illit

- Csillám, ▲: Si(Al); ◆: Al $\Rightarrow X=0,6-1$
- Bázis rácstáv: 10 Å, a K^+ erősen kötődik, besüllyed a ▲ rétegbe
- nem duzzad, CEC=25
- megfelelő körülmények között (t, T, víztart., összetétel) átalakul szmektitté

Kloritok

- ▲: Al,Si; ◆: Fe²⁺, Fe³⁺ (chamosit), Al, Mg (klinoklór)
- Bázikus kőzetek mállásából
- metamorf kőzetekben
- detritális mátrix alkotója, diagenetikus is lehet
- nem duzzad, CEC=25, BET=80

Agyagkőzetek nem agyagásvány komponensei

- Kvarc:
 - egykristályok, kirstálytöredékek
 - kőzetliszt szemcseméret (0,008-0,003 mm)
 - detritális szemcsék, ill. diagenetikus Q: szmektit-illit átalakulásakor felszabaduló SiO₂, kovavázú élőlények átkristályosodásánál
- földpát: igen ritka, kőzetliszt szemcseméret
- karbonátok:
 - ritkán, diagenetikus kalcit és szkelettöredékek
 - kevert agyag + karbonát kőzet

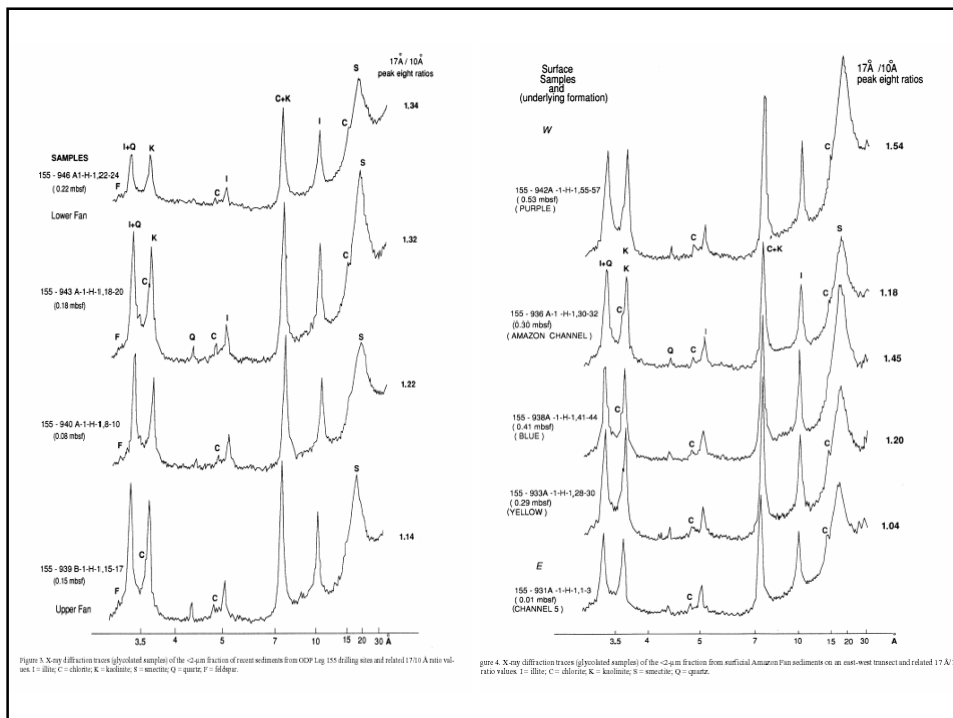
- Szerves anyag: gyors betemetődés, vagy euxin környezetben (gyenge cirkuláció) \Rightarrow CH képződés
- $\text{FeOOH-Fe}_2\text{O}_3$: oxidatív környezetben \Rightarrow vörös, illetve barna

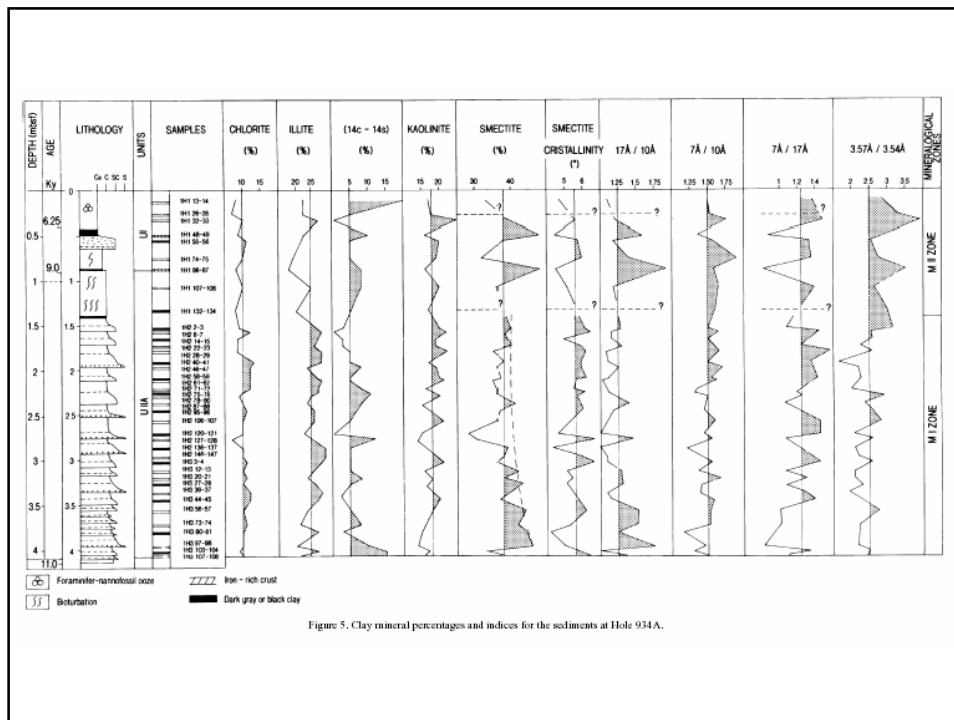
Agyagkőzetek képződése

- Szövetileg és ásványtanilag éretlen kőzetek: a regolit felé tart
- kis szemcseméret \Rightarrow sokáig szuszpenzióban \Rightarrow csak nyugodt dinamikájú, alacsony energiaszintű környezetben ülepedik:
 - mélytengeri medencék
 - deltaüledékek disztális (távoli) része
 - tavak, mocsarak
 - reziduális mállástermékek: sok kőzetüveg bontódásakor \Rightarrow bentonit képződés

Képződés

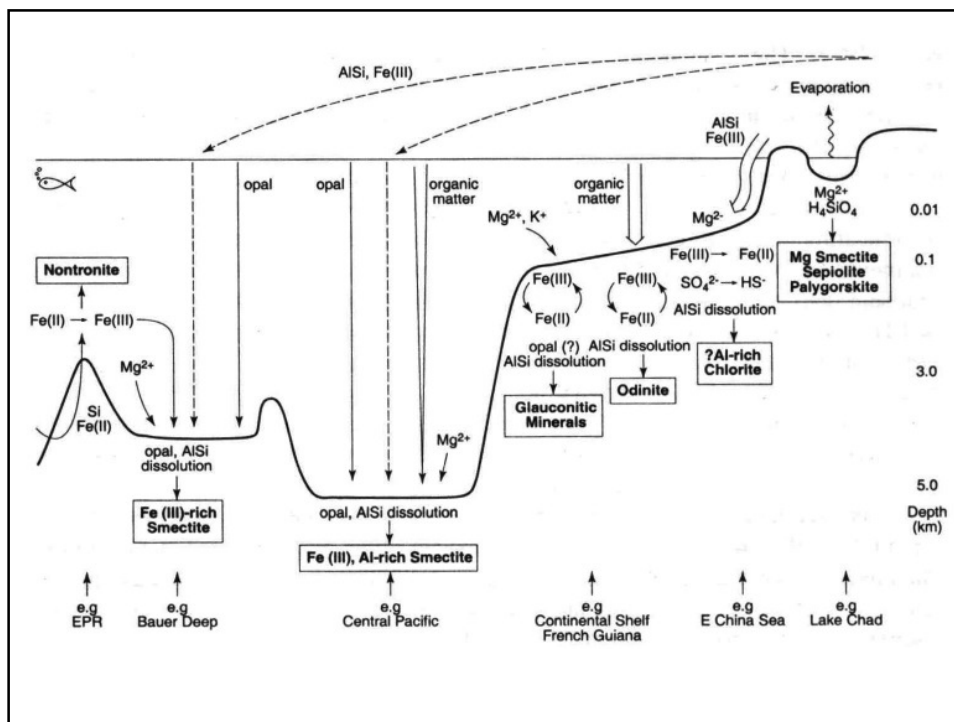
- Örökléssel: üledékes kőzetek öröklött agyagásványai
- neoformációval: ionos / kolloid oldatból összerendeződve
- transzformációval: az agyagásvány rendezettsége változik \Rightarrow degradáció - aggradáció





Autigén agyagásvány-képződési környezetek

- Tengeri, tavi környezetben
- betemetődési zónákban
- hidrotermális bontódás során



Recens tengeri és tavi környezetben előforduló autigén agyagásványok (Aplin, 1993)

csoport	faj	képz. környezet	példa
szmektit	Fe(II)/Mg gazdag	Si, Mg gazdag, anoxikus, hidrotermális	Vörös-tenger
	Fe(II)/Fe(III) gazdag	Si, Fe gazdag, anoxikus/oxidatív, hidrotermális	Vörös-tenger
	nontronit	Si, Fe gazdag, oxidatív, hidrotermális	Közép-Atlanti hátság, Galapagos hátság
		Si, Fe gazdag, oxidatív, tavi	Csád-tó
	Fe(III) gazdag	Si, Fe gazdag, oxidatív, pelágikus	Bauer süllyedék
	Fe(III), Al gazdag	Si, Fe, Al gazdag, oxidatív, pelágikus	Csendes-óceán középső része
	Mg gazdag	Si, Mg gazdag, evaporitos	Csád-tó
szmektit?	"glaukonitos szmektit"		
csillám?	"glaukonitos csillám"	Si, Fe gazdag gyengén oxidatív kontinentális self perem	Guineai öböl
?	"fillit C" (glaukonit-féle)	Si, Fe, Al gazdag, gyengén oxidatív kontinentális self	szenegáli partok
kaolinit	odinit	Fe, Al gazdag, gyengén oxidatív kontinentális self	
klorit	Al gazdag	Al gazdag anoxikus kontinentális self	Dél Kínai-tenger

Kaolinitképződés eloszlása

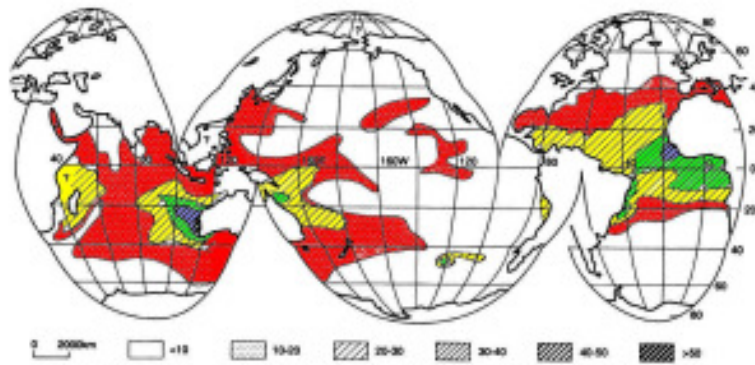
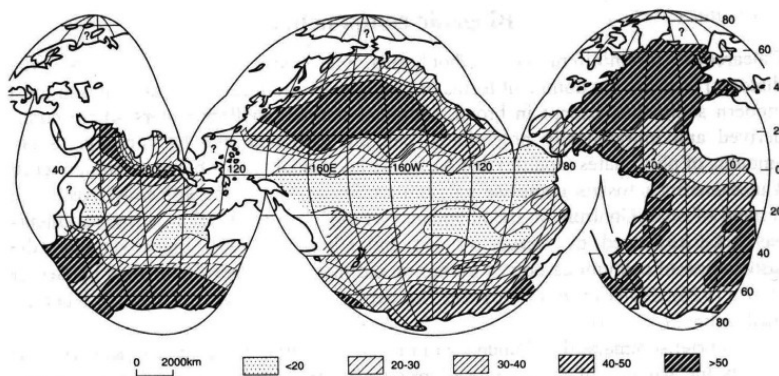


Fig. 4. Kaolinite percentages in the clay fraction of surface sediments in the world ocean (after Windom, 1976).

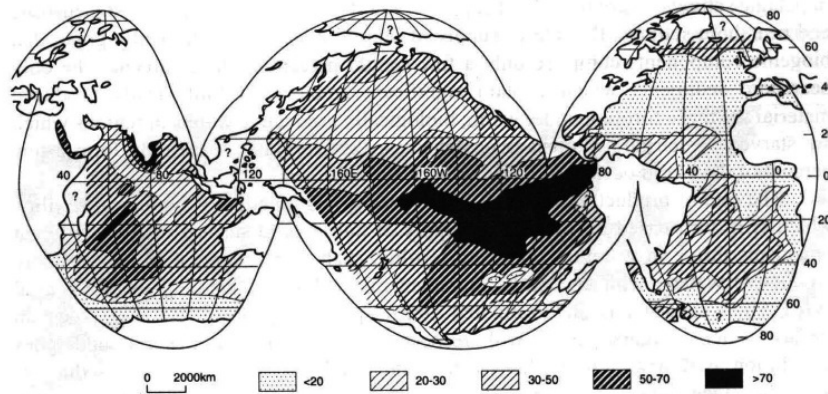
egyenlítő környéki kont. selfen \Rightarrow Ny-Afrika, Ny-Ausztrália, Atlanti ó. medencéje. Szinte nincs a Csendes-óceán medencéjében \Rightarrow kontinentális eredet

Illitképződés eloszlása



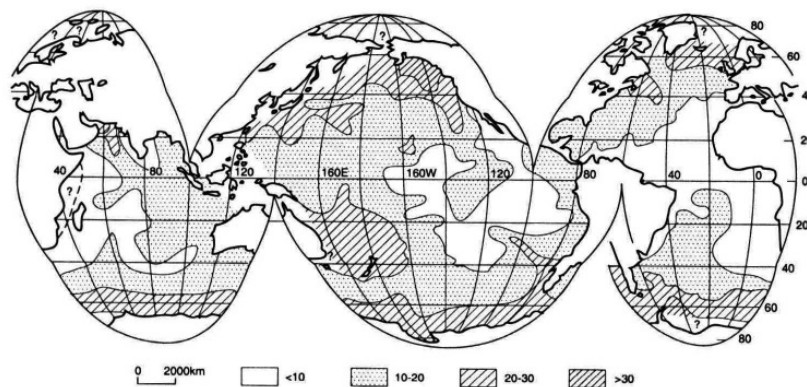
glaukonitos, $0-60^\circ$ -os szélességben, mélytengeri zónák kivételével mindenhol jelentős: kont. self belső zónái.

Szmeaktitképződés eloszlása



Szmeaktit: mélytengeri zónákban igen jelentős: MORB

Kloritképződés eloszlása

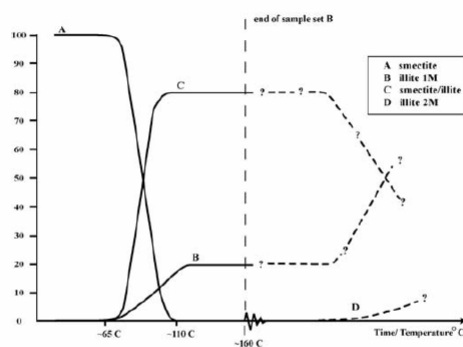
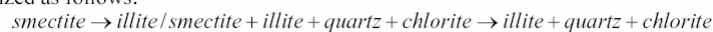


klorit: 30% fölött ritkán, leginkább hidegvizi környezetben

Kevert szerkezetű agyagásványok

- Betemetődés hatására szmektit \Rightarrow illit/szmektit keverék már 45 °C felett
- agyagpalák: illit-klorit tartalom, az átrendeződés a betemetődéssel együtt valósul meg az illit+klorit stabilitás felé

Based on this study the overall mineral reactions for the smectite to illite transformation can be summarized as follows:



Cartoon of the change in relative abundance of the various smectitic and illitic mineral phases in the sample set. The dashed lines illustrate a postulation of further development of the smectitic and illitic material below 160 °C. The plateaus exemplify how the mineral assemblage seems to stay stable between the intervals where diagenetic processes take place.

Agyagok közzetválása

- Töltéseloszlás az agyagásvány pikkelyeken: csúcsok, élek: +; lapok: - \Rightarrow elektrosztatikus, ideiglenek kapcsolat alakul ki: lap-él; lap-csúcs; lap-lap kapcsolódás \Rightarrow kártyavár-szerű szerkezetek
- kötés a vízburok által, erőssége az elektrolit koncentrációjától függ
- flokkulált, pelyhes halmazok



kapcsolódás

- Koagulációs kapcsolat: reverzibilis, vízfilmeken keresztül (10^{-8} N)
- pontszerű kapcsolat: vízfelvétel függő, visszaalakulhat koagulációssá ($10^{-6} - 10^{-8}$ N)
- fázisos: irreverzibilis, vízfelvételez érzéketlen ($> 10^{-6}$ N)
- cementációs (erős)

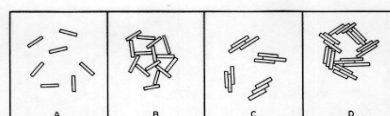
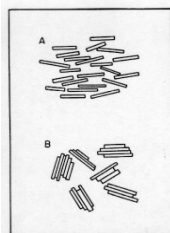


Fig.4. Possible arrangements of clay platelets in thick clay-in-water suspensions. A. Deflocculated-dispersed. B. Deflocculated with edge-to-surface contacts. C. Flocculated-dispersed. D. Flocculated with edge-to-surface contacts.

Tömörödés

- Kezdeti struktúrák: sejtes, flokkulált, él-lap kontaktussal (porozitás kb. 80%)
- mátrixos: gyengén/közepesen tömörödött, koagulációs és pontszerű kapcsolat (p: 30-50%)
- turbulens: lap-lap kapcsolat dominál, félkemény, kezdeti alaki irányítottság
- lamináris: $p < 40-5\%$ -ra csökken, alaki irányítottság

