

Geochemie endogenních procesů – 10. část

Geochemie pláště III

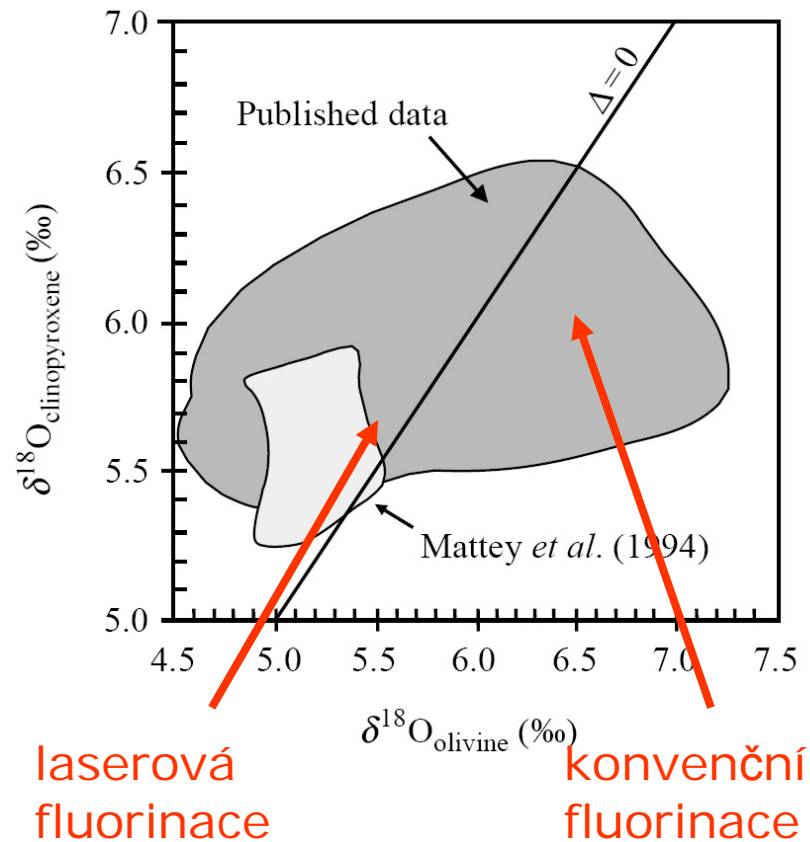
Izotopová geochemie svrchního pláště

Stabilní izotopy & vzácné plyny

- stabilní izotopy O, H, C, S
 - charakter a vývoj hornin
 - sulfidy
 - diamanty
- vzácné plyny He, Ne, Ar, Xe
 - intenzivní studium v posledních letech
 - historie a vývoj geochemických rezervoárů

Stabilní izotopy O

- pouze minerální separáty
- velká frakcionace mezi minerály
 - různé teploty ekvibrace?
 - frakcionace mezi metasomatickými fluidy/taveninami a pd?
- metoda laserové fluorinace → „konstantní“ $\delta^{18}\text{O}$ olivínu

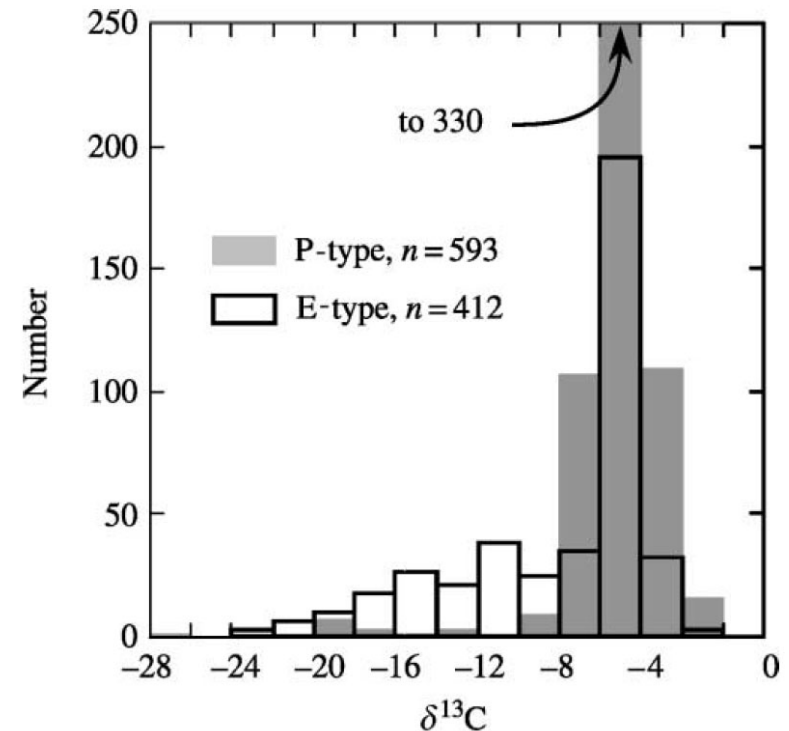


Stabilní izotopy O

- možnost sledování subdukčních procesů
→ nízké $d^{18}\text{O}$ v důsledku přínosu fluid
- silné disekvilibrum mezi cpx a grt →
určení typu a stáří metasomatózy a příp.
kontaminace taveninami

Stabilní izotopy C

- studium mikrodiamantů z UHP hornin
- recyklovaný C vs. primární C
- velké rozdíly mezi diamanty z pd a ekl
- frakcionace $\delta^{13}\text{C}$
 - transport fluid a růst
 - primární heterogenita
 - vliv heterogenního C ze subdukce



Stabilní izotopy S

- pouze malé množství dat pomocí SIMS
- velké rozpětí $\delta^{34}\text{S}$ (-5 až +8)
- mnoho možných vysvětlení
 - parciální tavení
 - subdukce
 - metasomatóza S-bohatou taveninou

Vzácné plyny – He-Ne-Ar-Xe

- velmi homogenní $^3\text{He}/^4\text{He}$ při heterogenním Sr-Nd
- rozdílné hodnoty $^3\text{He}/^4\text{He}$ pd a MORB
- $^{20}\text{Ne}/^{24}\text{Ne}$ hodnoty jsou velmi podobné hodnotám solární nebuly → tj. primární
- $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ a $^{129}\text{Xe}/^{130}\text{Xe}$, $^{136}\text{Xe}/^{130}\text{Xe}$ podobné jako Ne

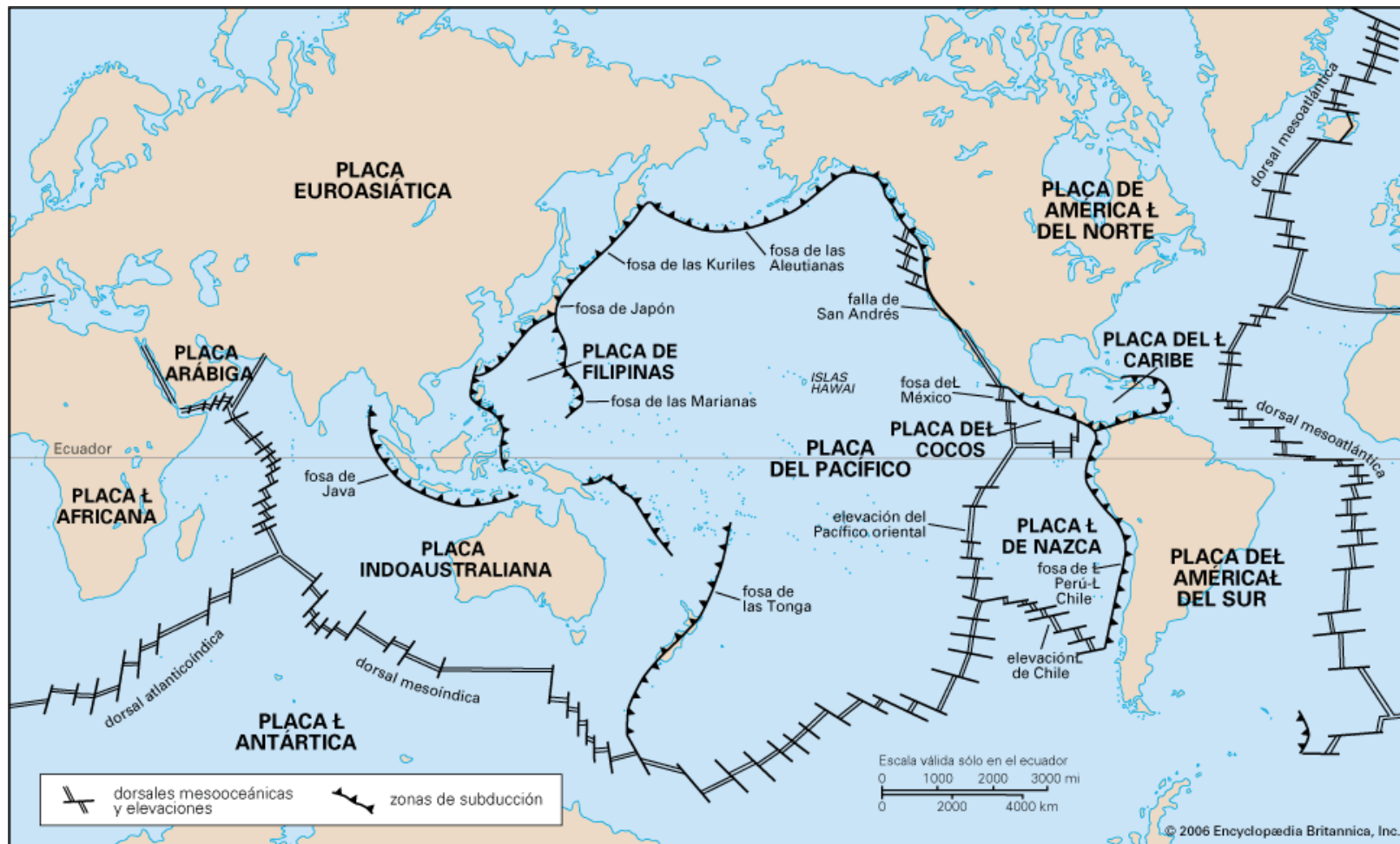
Magmatismus Země

	Okraje litosferických desek		Intradeskový magmatismus	
pozice	konvergentní	divergentní	oceánský	kontinentální
prostředí	oceánské o. akt. okraje	MOR zaoblouk. pánve	oceánské o.	rifty plató
chemismus	TH CA, ALK	TH	TH ALK	TH ALK
horniny	bazalty andezity diferenc.	bazalty	bazalty diferenc.	alk bazalty diferenc.

Množství magmat (km³/rok)

- divergentní rozhraní
 - vulkanity (3), plutonity (18)
- konvergentní rozhraní
 - vulkanity (0.4-0.6), plutonity (2.5-8.0)
- intradeskový magm. kontinentální
 - vulkanity (0.03-0.1), plutonity (0.1-1.5)
- intradeskový magm. oceánský
 - vulkanity (0.3-0.4), plutonity (1.5-2.0)

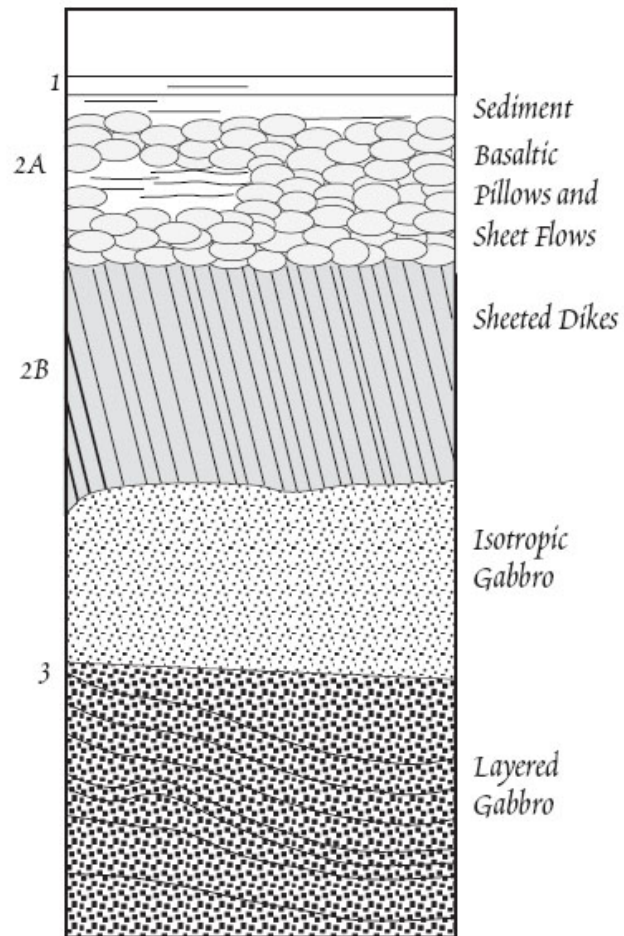
Divergentní okraje



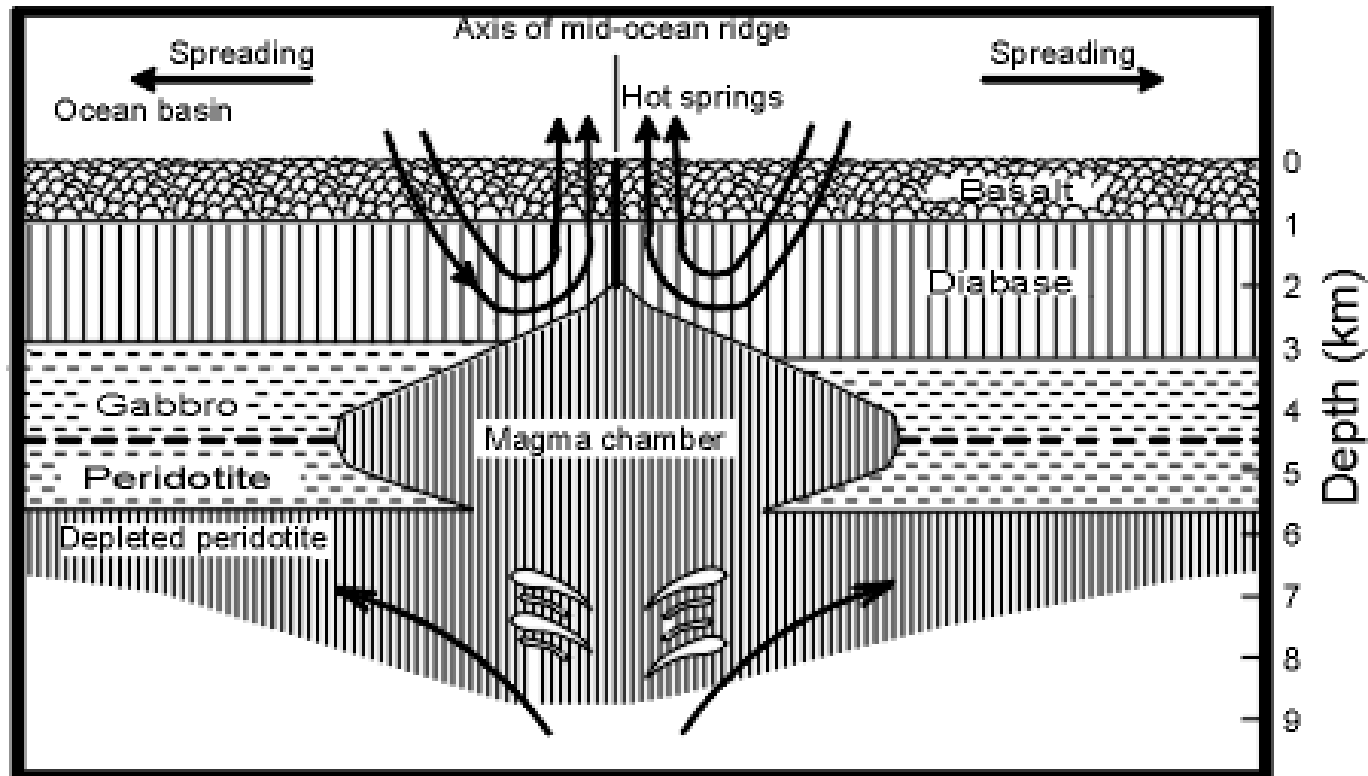
Magmatismus na divergentních okrajích

- **VZNIK OCEÁNSKÉ KŮRY**
- neexplozivní proces, cca v pásu 70 000 km, rozšiřování středooc. hřbetu 2 cm/rok (Atlantik) – 18 cm/ rok (Pacifik)
- **bazalty (MORB) → „pillow“ lávy**
- různý charakter závislost na fyzikálně chemických podmínkách vzniku magmatu :
 - složení zdroje (hlavní a stopové prvky, izotopy)
 - rozsah tavení (teplota, tlak)
 - krystalizace (diferenciace)
 - přítomnost vody

Magmatismus na divergentních okrajích



Magmatismus na divergentních okrajích



Chemismus MORB

- **hlavní prvky** → variabilní s pozicí k riftu
#Mg pro většinu MORB ≈ 55
- vykazuje trendy frakční krystalizace
(olivín, spinel, plg, klinopyroxen) →
negativní korelace hlavních oxidů s MgO
→ **sestupná linie tavení** → počítaný
trend změn MgO v tavenině spjatý s
chladnutím a krystalizací
- **stopové prvky** → primitivní distribuce
REE, ochuzení o LILE → derivace z DMM

Chemismus MORB

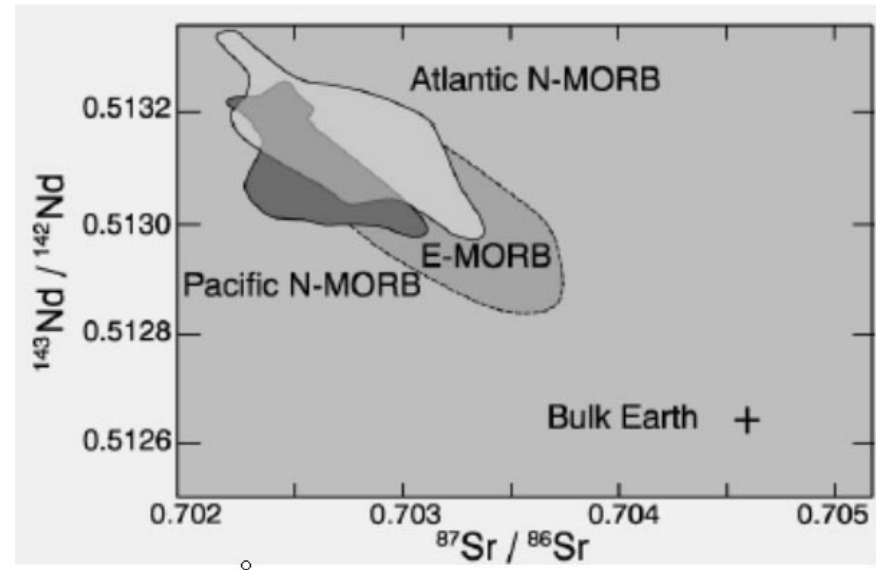
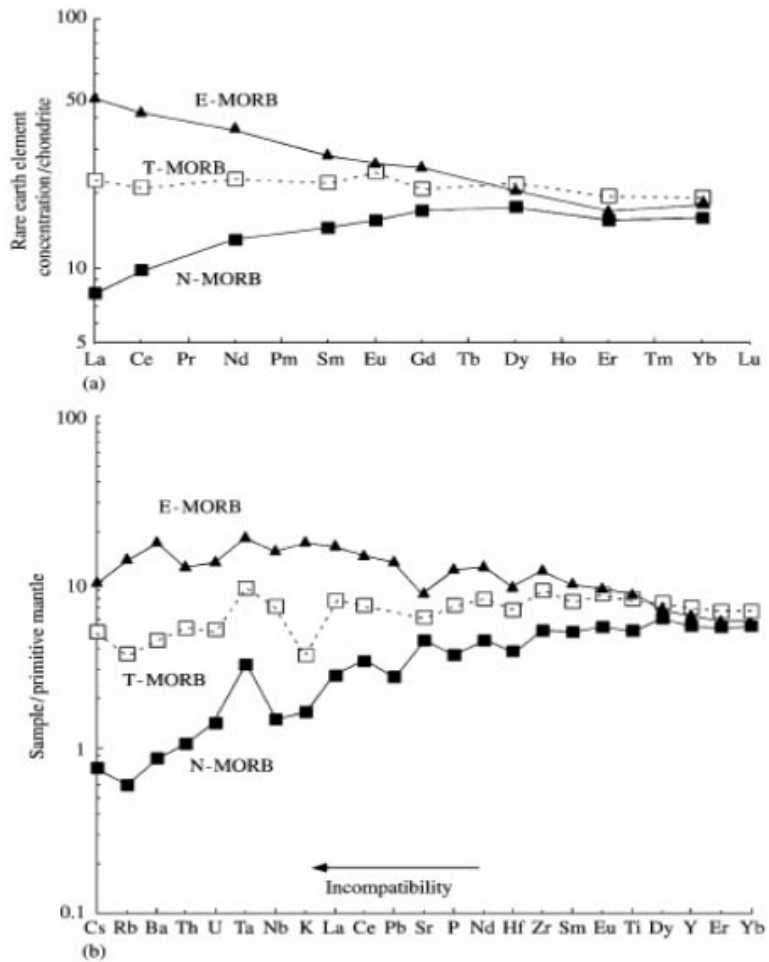
- dělení podle složení (závislé na charakteru zdroje:

N-MORB → normální → zdroj DMM (MgO ~ 9%, Mg# > 65, K₂O < 0.10, TiO₂ < 1.0)

E - MORB → obohacený plášťový zdroj (MgO ~ 6%, Mg# < 65, K₂O > 0.10, TiO₂ > 1.0)

T - MORB → přechodný

Chemismus MORB

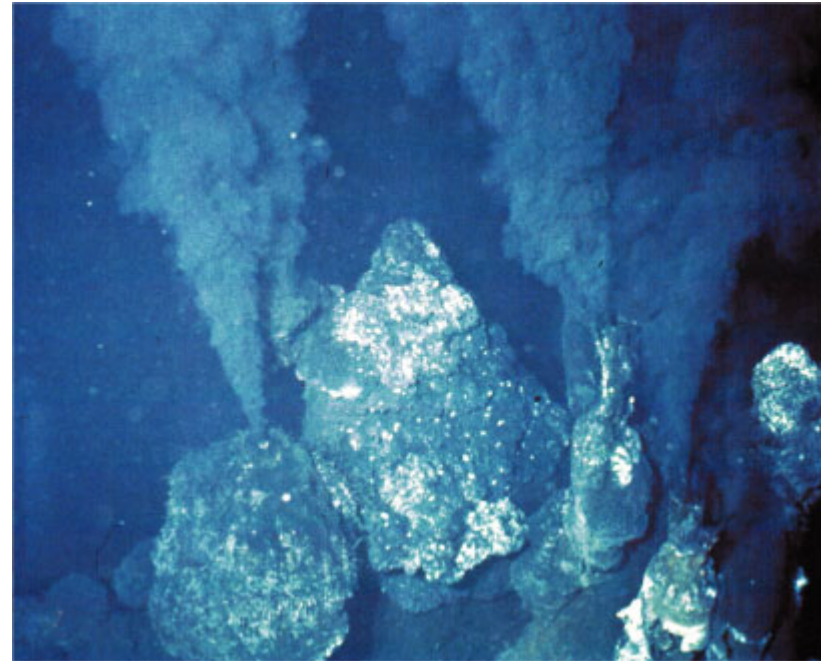


Chemismus MORB

- více zdrojů tavenin
- N-MORB → DMM rezervoár pláště
- E-MORB – možné zdroje
 - velké hloubky, obohacený plášť
 - ochuzený svrchní plášť, místy kontaminovaný intruzemi obohaceného (alkalického) magmatu z větších hloubek
 - **míšení materiálu MOR s materiálem blízkého plášťového chocholu (Island) → variace izotopů Sr a Nd podle středoatlantického hřbetu s maximálními hodnotami (E MORB) blízko Azor a Islandu (plume)**

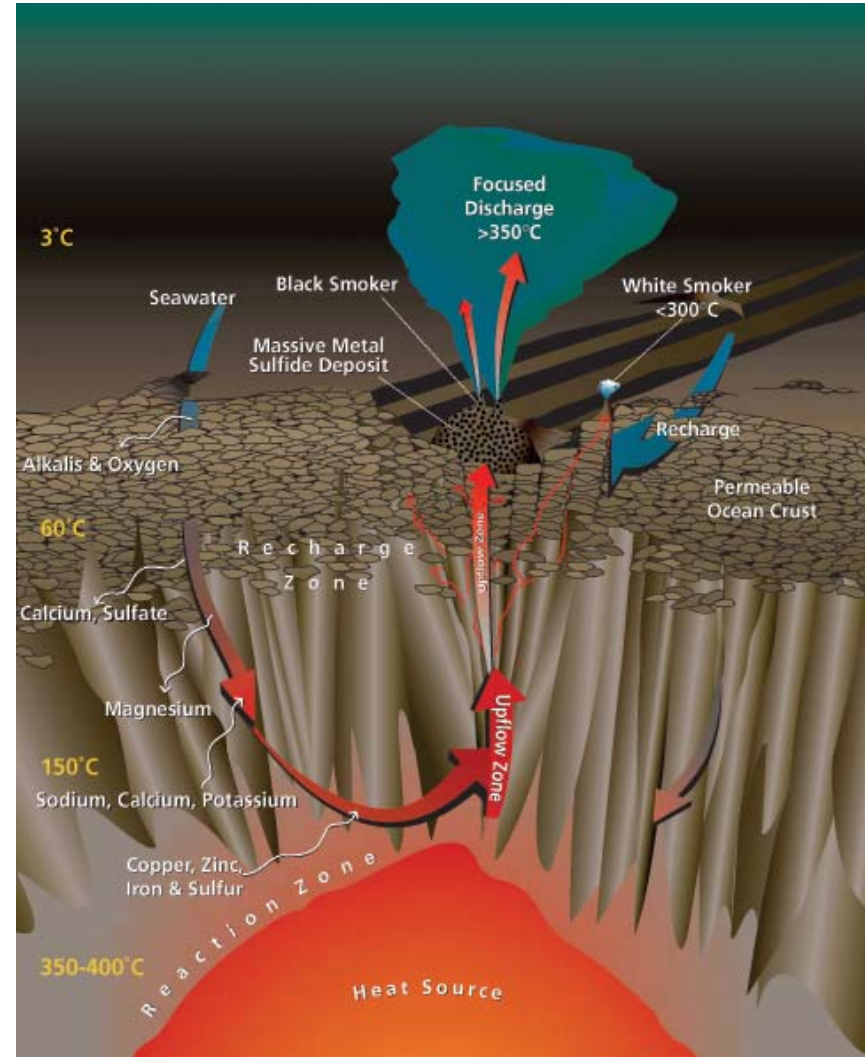
Hydrotermální aktivita na MOR „Black-white smokers“

- Hydrotermální cirkulace v oceánské kůře (mořská voda $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ → zahřívána na teplotu až **$400\text{ }^{\circ}\text{C}$**) → loužení kovů (Mn, Zn, Fe, Cu atd.) z bazaltů → vysrážení sulfidů těchto kovů na kontaktu horké a studené vody → **komínovité útvary „black-white smokers“**

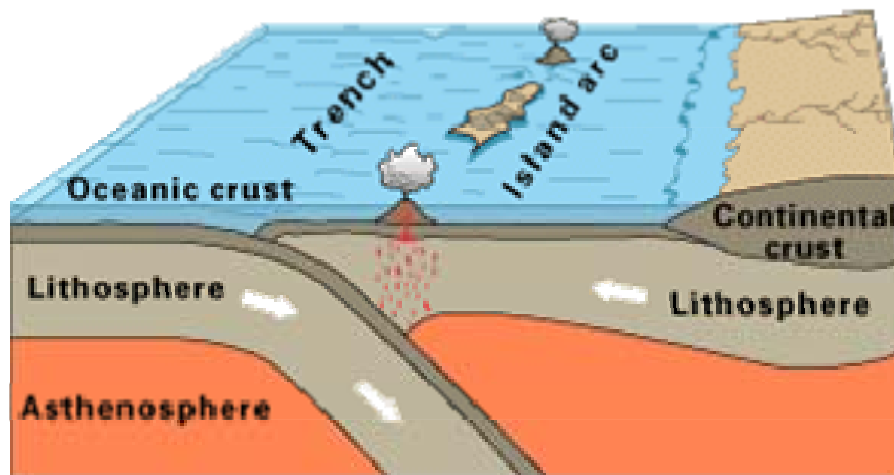


Hydrotermální aktivita na MOR „Black-white smokers“

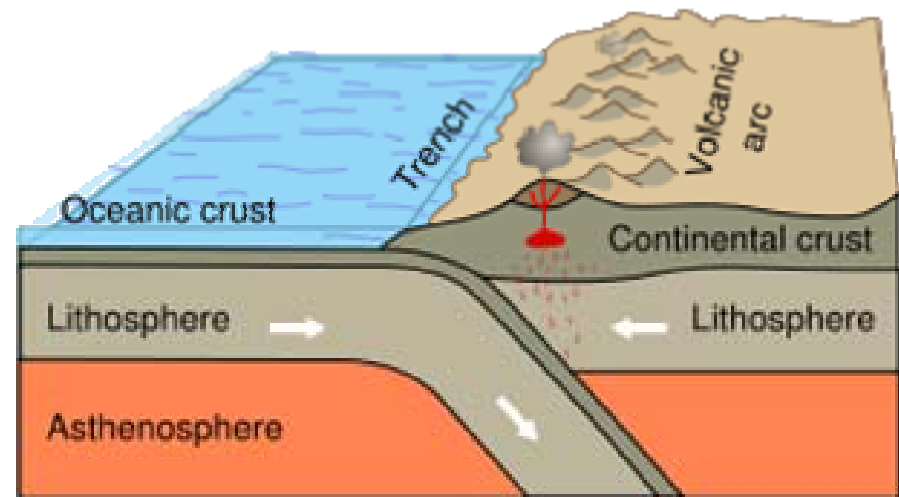
- „black smokers“
> 400 °C sulfidy Fe-Cu-Zn
- „white smokers“
< 300 °C sulfáty Ba, Si-Ca sloučeniny



Konvergentní okraje



Oceanic-oceanic convergence



Konvergentní okraj Subdukce oceán lit.-oceán lit. (IA)



Vznik magmatu

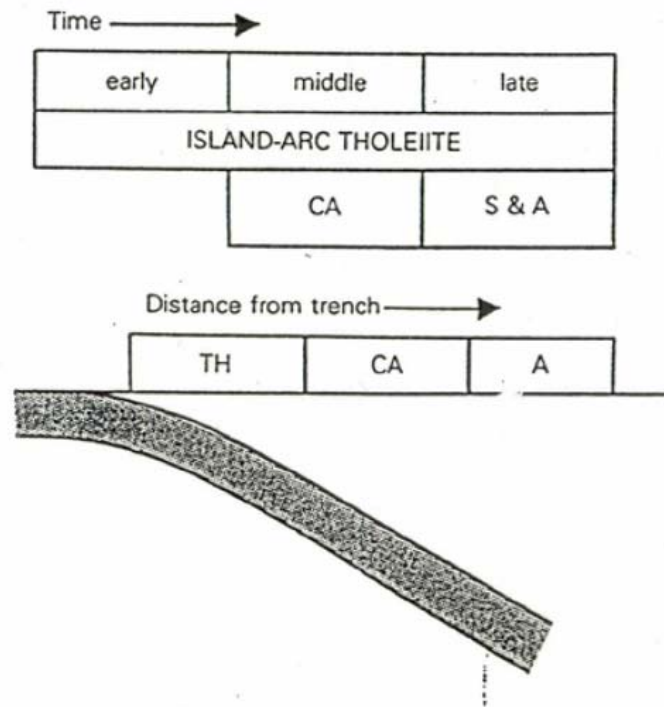


Figure 6.20 Spatial and temporal variations in the compositions of island-arc magmas.

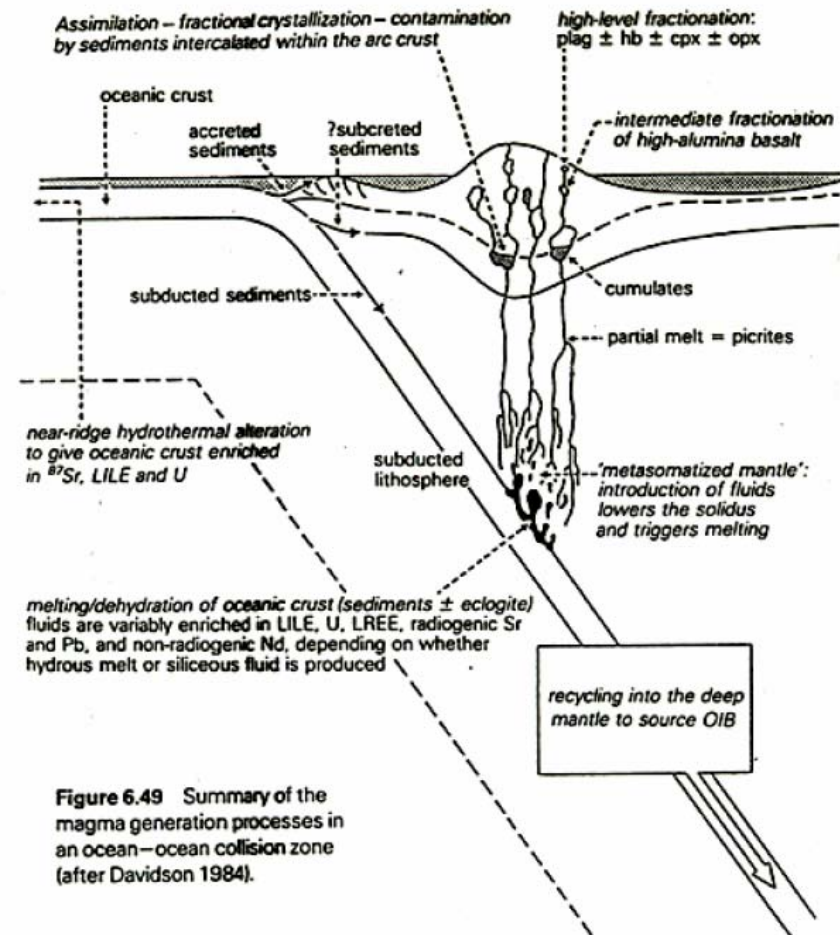
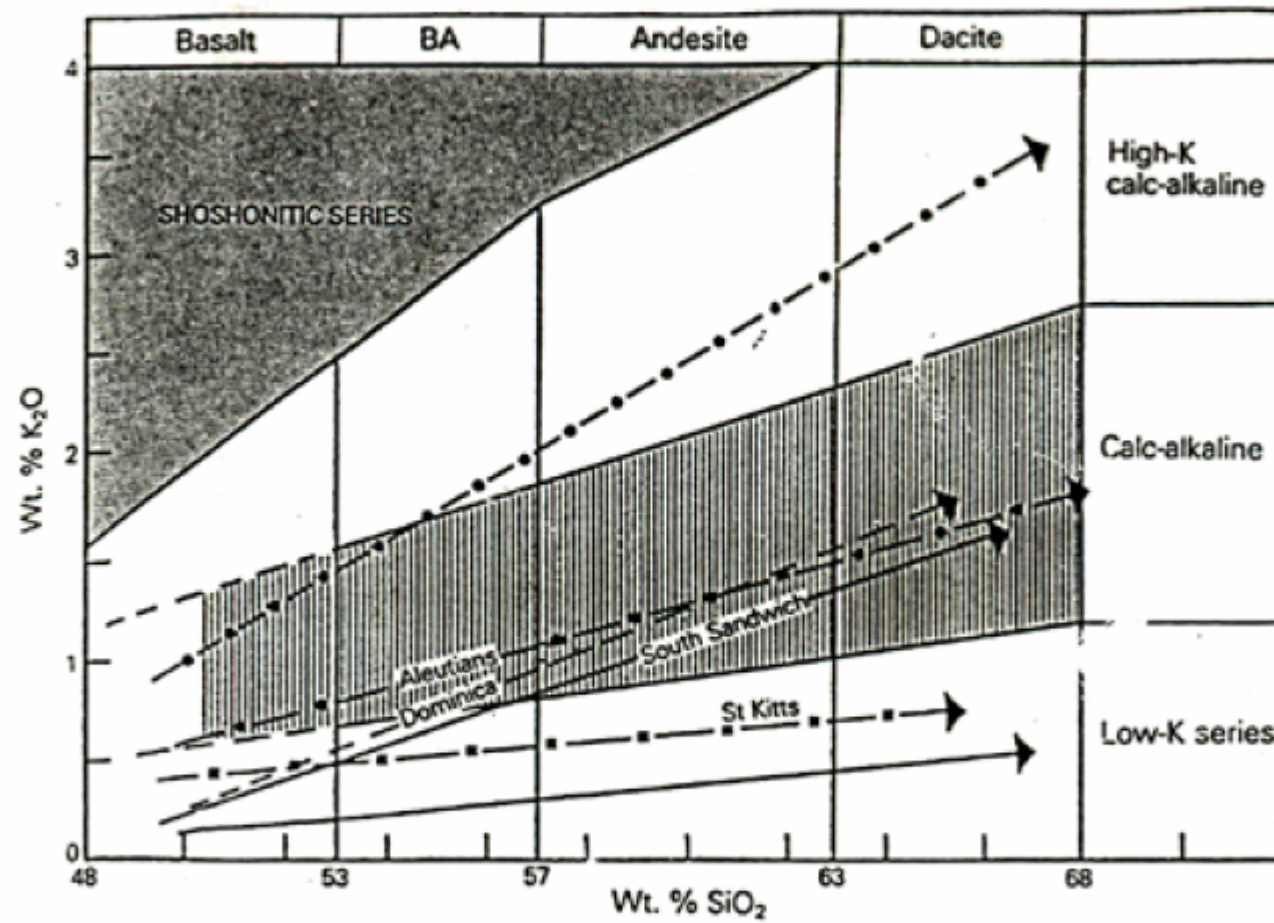
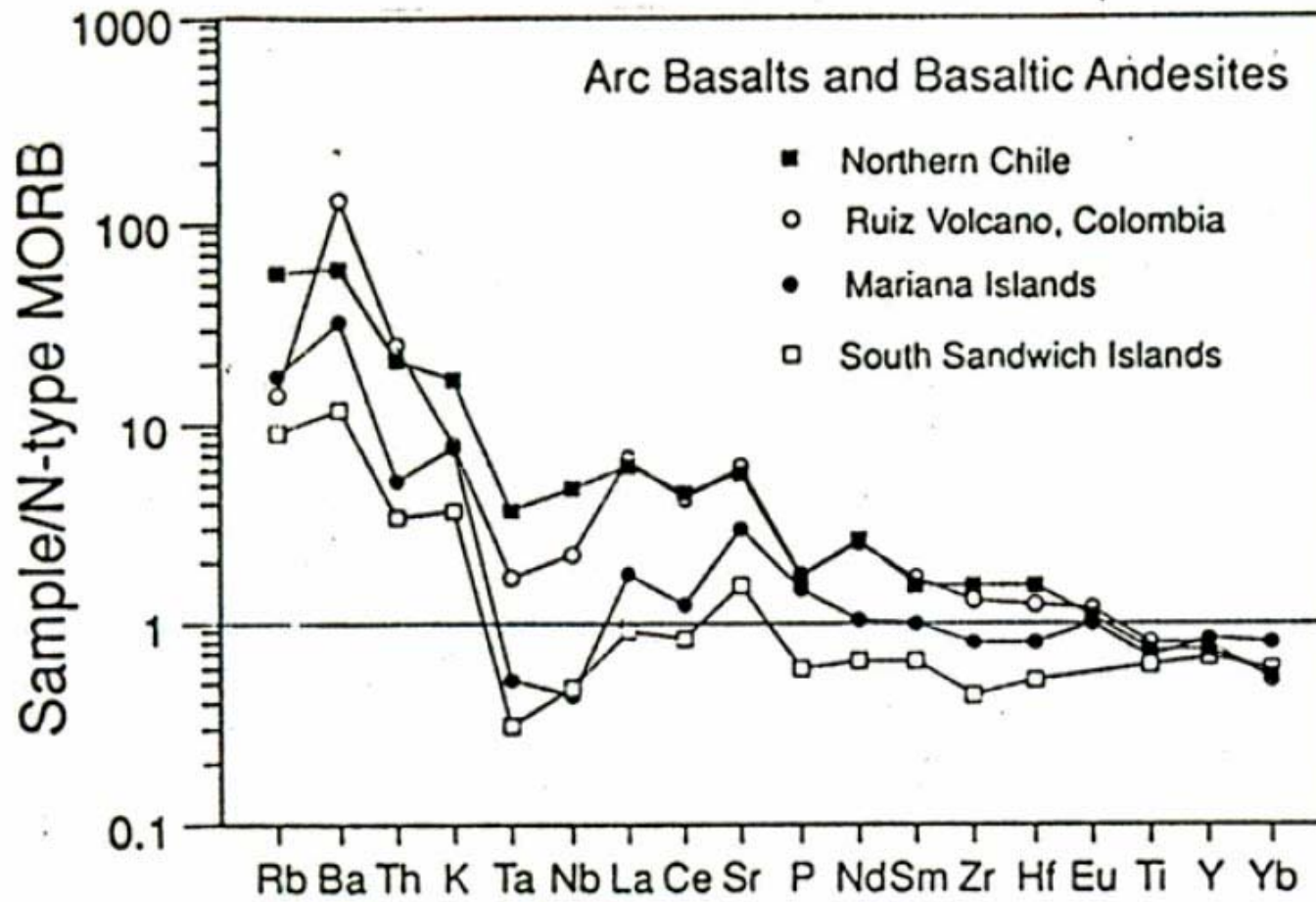


Figure 6.49 Summary of the magma generation processes in an ocean-ocean collision zone (after Davidson 1984).

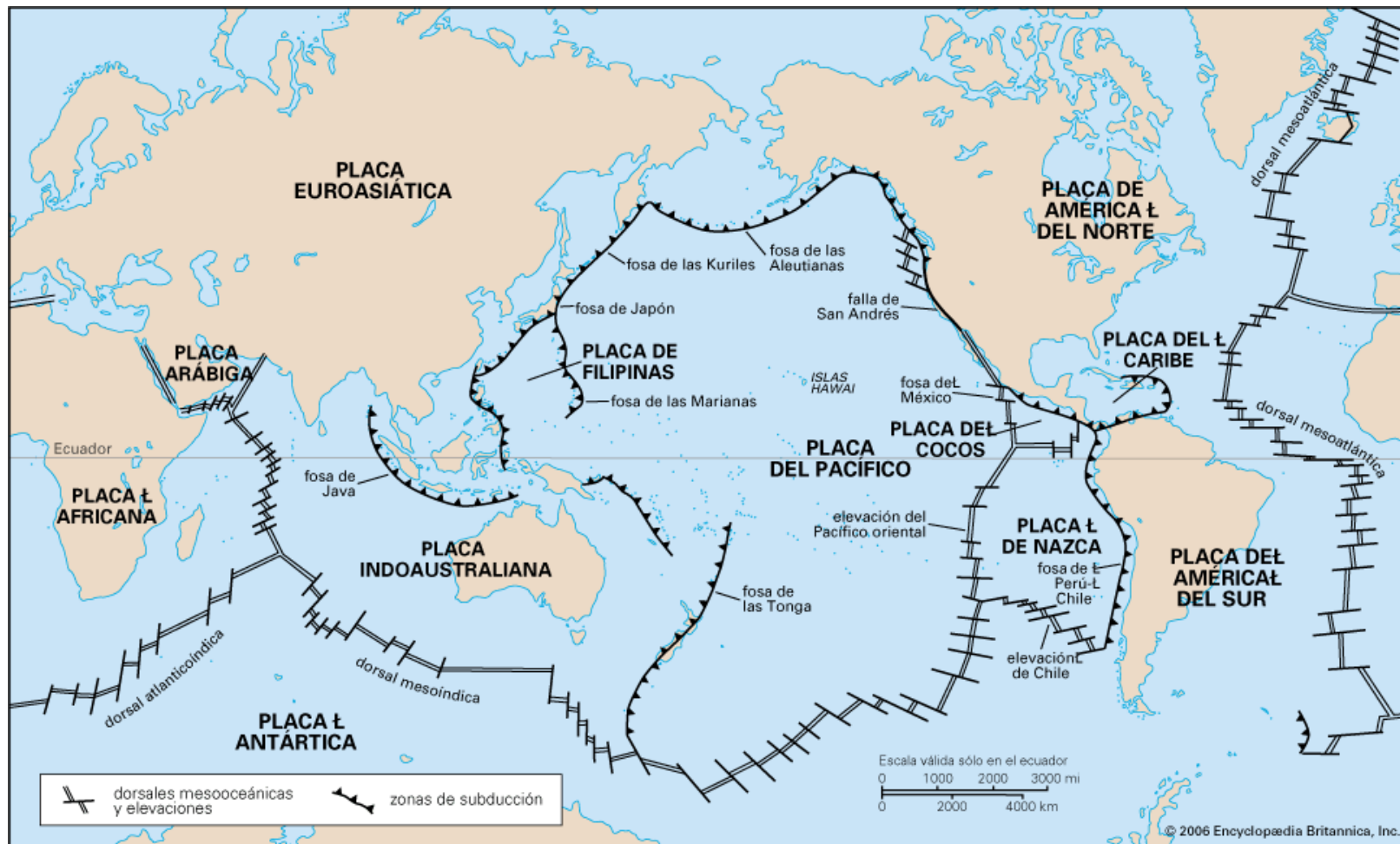
Geochemie IA hornin



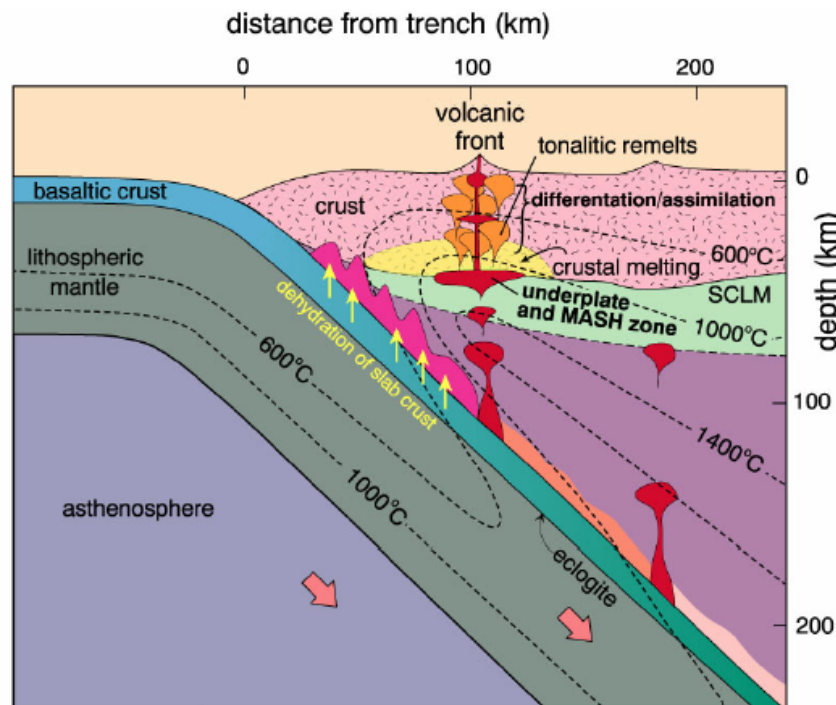
Geochemie IA hornin



Konvergentní okraj Subdukce oceán lit.-kont. lit.



Vznik magmatu



http://www.whitman.edu/geology/winter/JDW_PetClass.htm

- dehydratace subd. desky, vznik tavenin → metasomatóza pláště
- tavení sp. kont. kůry → vznik tonalitických magmat → časté FC a AFC procesy

Geochemie hornin aktivních okrajů

- zejména andezity, ryolity, dacity
- oproti IA horninám zcela chybí bazické (tholeitické) členy
- oproti IA horninám výrazně vyšší obsah K_2O a dalších LILE (např. Rb, Ba, U a Th)
ALE nižší obsahy kompatibilních prvků (Ni-Co-Cr apod.) → důsledek obohacení zdrojového pláště

Geochemie hornin aktivních okrajů

- silné ochuzení o HFSE → důsledek metasomatózy zdrojového pláště → parciální tavení eklogitu

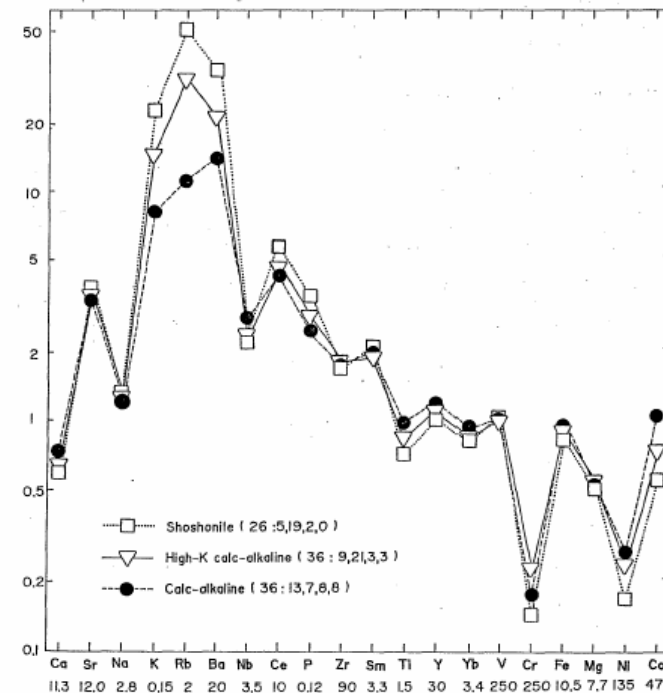
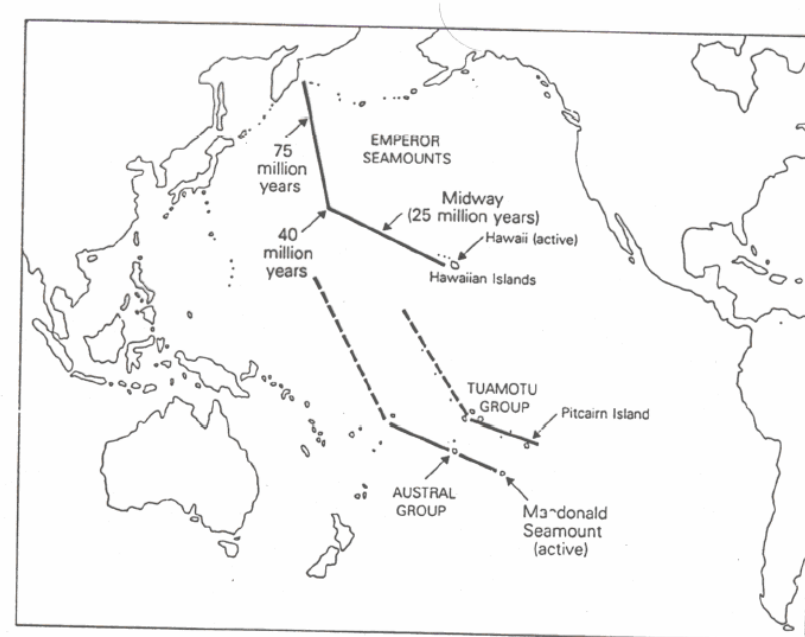
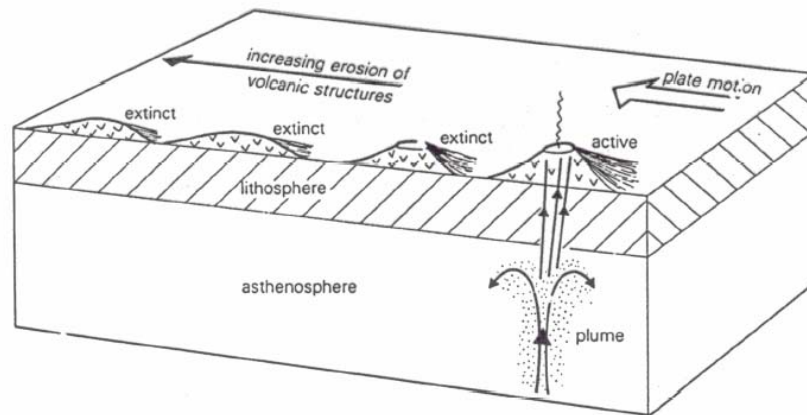


Fig. 1. MORB-normalized multi-element diagram for the average compositions of Jurassic to Tertiary basaltic andesites of different K content from central Chile (total number of samples averaged in parenthesis, followed by number of samples within each age group: Jurassic, Early Cretaceous, Late Cretaceous, Tertiary). MORB values from Pearce (1983) except Ca, Na, V, Cr, Fe, Mg, Ni and Co (after Taylor & McLennan, 1985).

Vnitrodeskový magmatismus

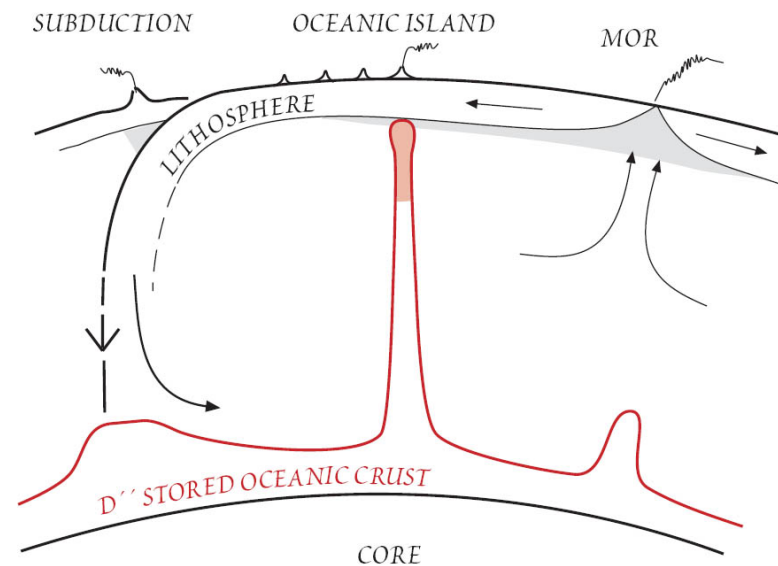
- **Oceánská deska** – OIB (Ocean Island Basalts) a plutonické deriváty
- **Hot spot a mantle plumes** – přednostně v blízkosti divergentních okrajů, v hloubkách na teplotním rozhraní na bázi sp. nebo sv. pláště → rozdílné viskozity prostředí

Vnitrodeskový magmatismus



Vnitrodeskový magmatismus

- výstup plášťového chocholu → vytváření tavenin zejména na bázi astenosféra-litosféra → mísení magmat
- velmi variabilní chemické složení (zdroj, F, AFC atd.)



White (2001)

Typy OIB magmat

Tholeiitická série (dominující typ):

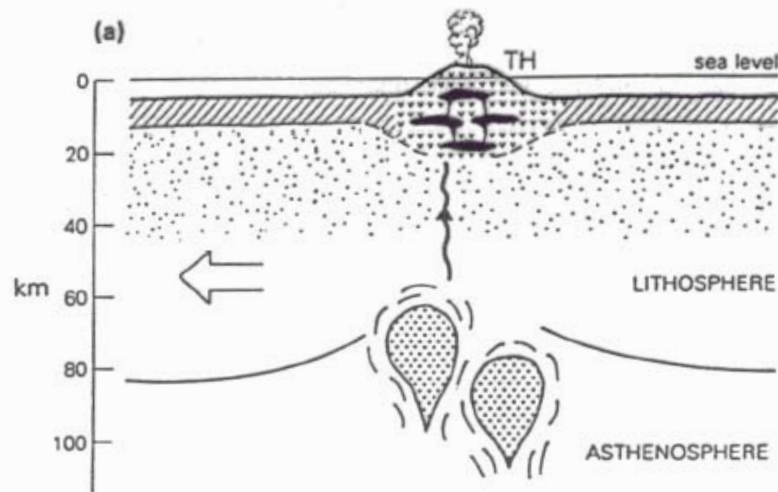
oceánické tholeiitické bazalty (OIT) podobné MORB, ale s výrazně rozdílnými chemickými a mineralogickými vlastnostmi

Alkalická série (méně častá)

alkalické bazalty oceánských ostrovů (OIA)

- 2 alkalické subsérie
 - SiO₂-nesaturovaná
 - SiO₂-saturovaná - vzácnější

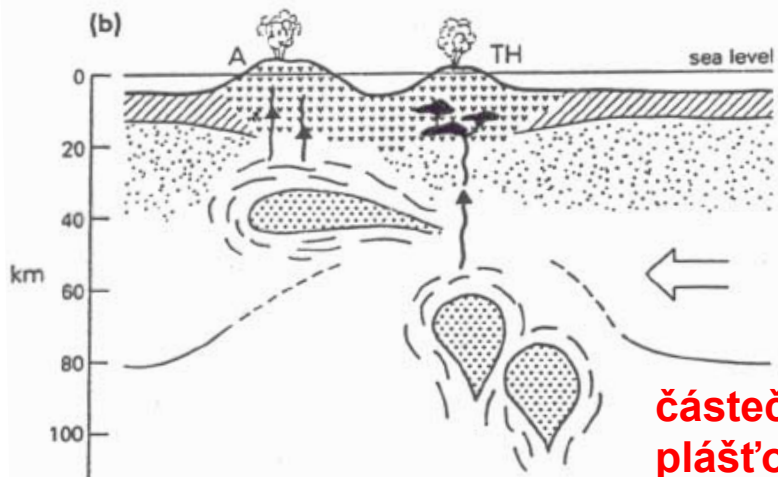
Model vývoje OIT a OIA sérií



oceánská kůra (MORB)

ochuzený plášť

ochuzená astenosféra – zdroj N-MORB



oceánská kůra

směr pohybu litosféry proti astenosféře

ochuzená astenosféra – zdroj N-MORB

částečně roztavená astenosféra jako obal
plášťových diapirů

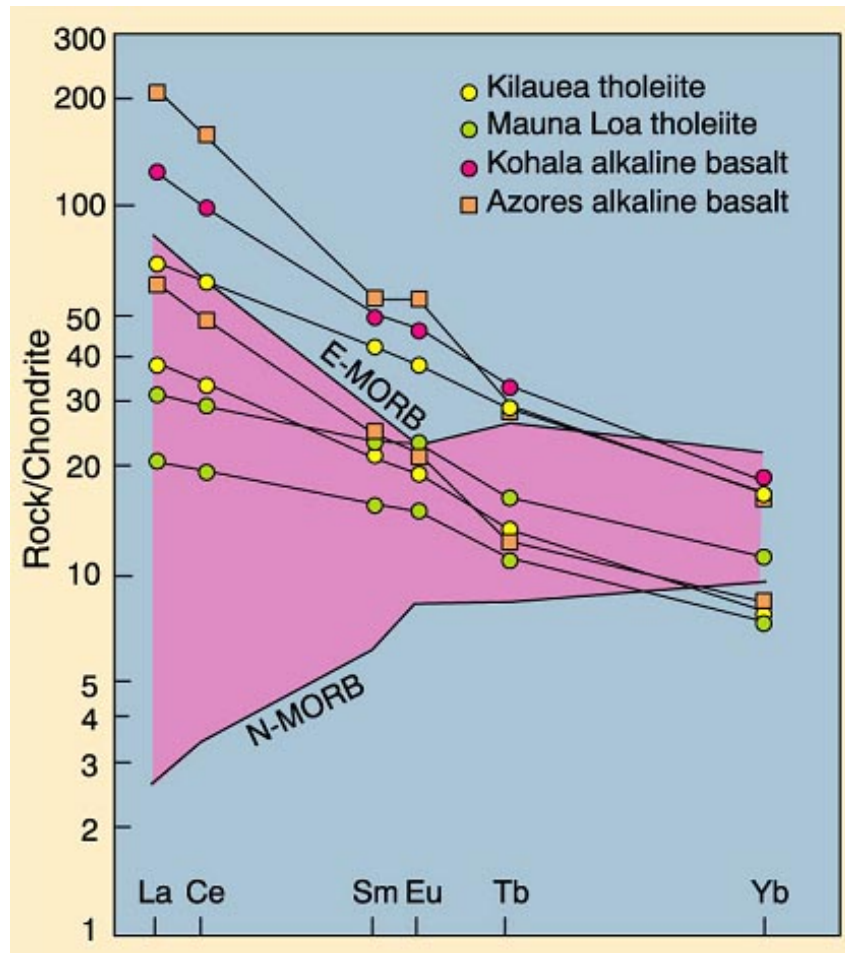
Geochemie OIB

Table 9.7 Comparison of selected trace element abundances in MORB, oceanic-island tholeiites and oceanic island alkali basalts (data from Basaltic Volcanism Study Project 1981).

	MORB	OIT	OIAB
% K ₂ O	< 0.1–0.3	0.2–1.0	1–7
Ba (ppm)	5–50	70–200	200–1400
Sr (ppm)	90–200	150–400	400–4000
Rb (ppm)	< 5	5–12	15–400
Zr (ppm)	15–150	100–300	200–1000
Nb (ppm)	1–15	5–25	20–160
K/Ba	20–160	25–40	~28

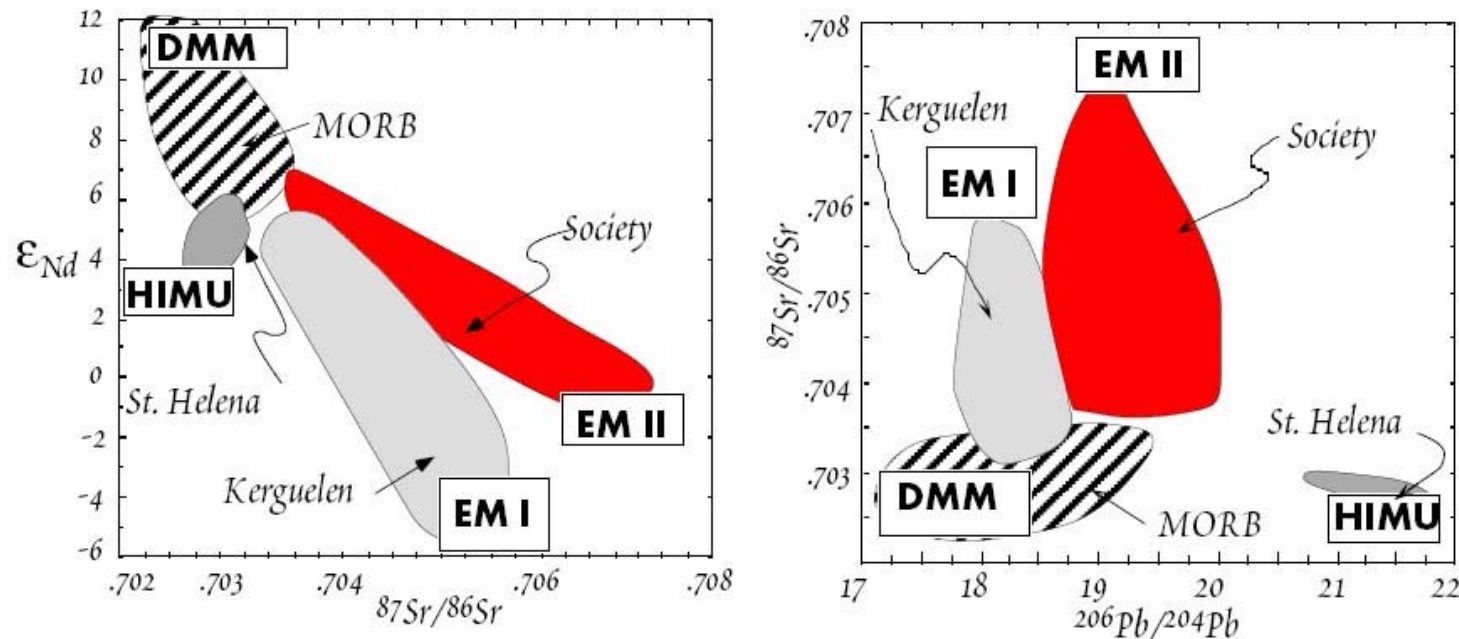
- velké nabohacení o LILE, LREE oproti MORB
- **nabohacení** HFSE prvky oproti MORB → možnost použití poměrů (např. Zr/Nb) pro určení zdrojů

Geochemie OIB



- korelace LREE-
obohacení se
stupněm saturace
 SiO_2 (La/Yb pro OIA
~12, OIT ~4)
- důsledek rozdílných
F nebo AFC?

Geochemie OIB



White (2001)

- data ukazují na min. 4 rozdílné zdrojové rezervoáry OIB → „ancient subducted slab“??