

惑星地球科学2 (第3回目)

海洋+炭素循環と物質循環

東京大学総合文化研究科:

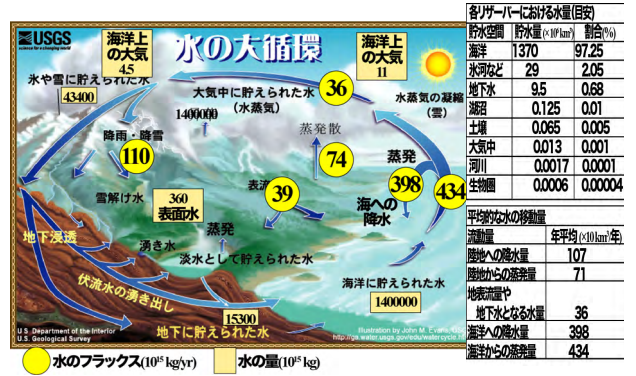
小宮 剛 准教授

2018/10/12

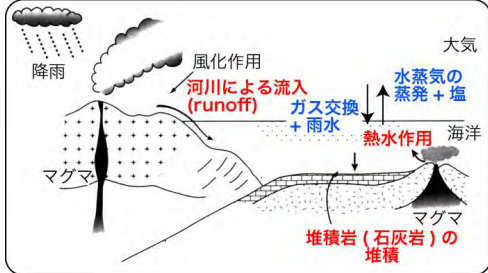
komiya@ea.c.u-tokyo.ac.jp

http://www43.tok2.com/home/isua/

水循環



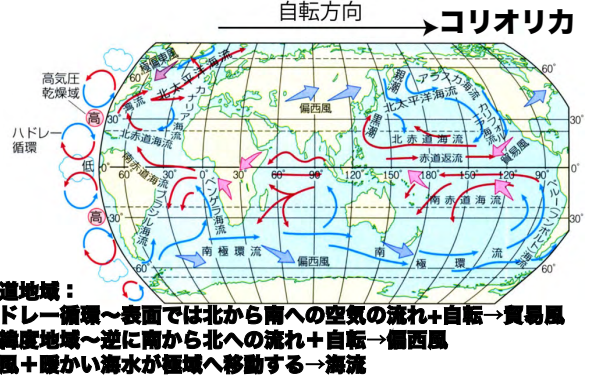
(1) 海洋: 海洋への物質の流入・流出



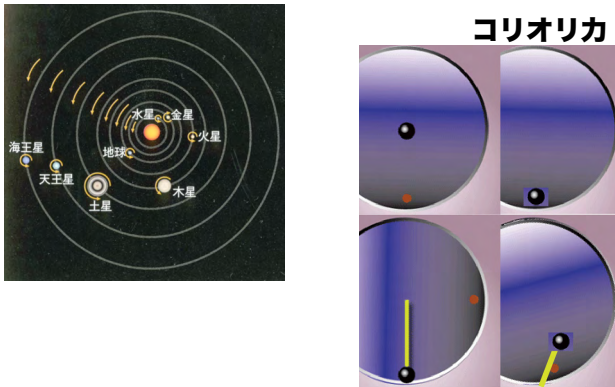
- (1) 大陸地殻(河川による)の流入(浸食・風化・運搬)
- (2) 中央海嶺における熱水変質作用
- (3) 堆積物(石灰岩・泥岩・チャート・Mnノジュール)の堆積
- (4) 大気とのガス交換や雨水による流入。蒸発

海洋の循環(2つのタイプがある)

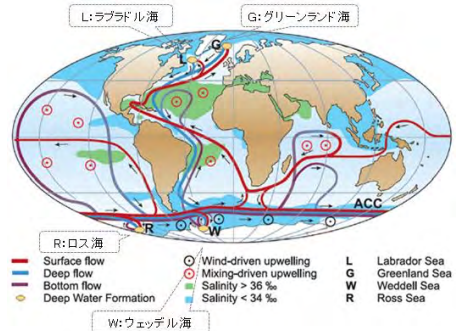
②-1 海洋表面での循環(海流, 風成循環: 深さ1000m位まで)



海洋の循環(2つのタイプがある)

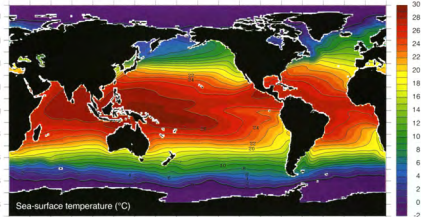


②-2 海洋大循環(熱塩循環, Broeckerのベルトコンベアーモデル)

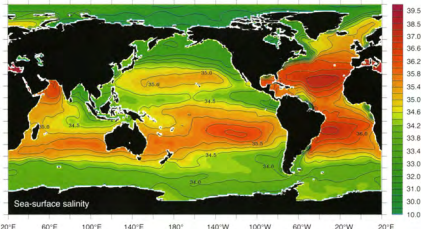


- ① Stommel(1961)によって提唱され、Broeckerによって海水の年代を14Cを用いて測ることによって裏付けされた。
→最も古い年代は北太平洋深層水で約2000年(数千年規模で循環)

②-2A 海洋表面の温度分布



②-2B 海洋表面での塩分濃度分布



②-3A 海洋大循環(熱塩循環)の駆動力(密度による循環)

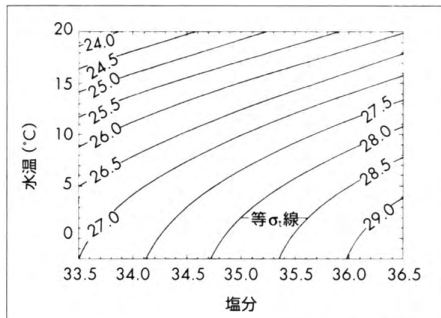


図 2.14 水温 (T), 塩分 (S), 密度の関係を示す T-S 図
σ_t は (密度-1) × 1000

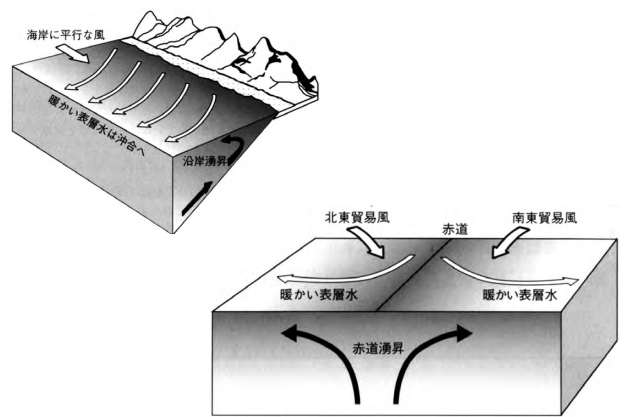
海水密度は温度と塩分濃度によってコントロール

③-1 湧昇域



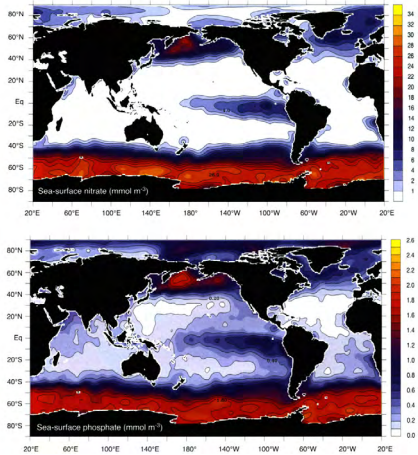
図 3.10 世界の海洋における湧昇域とサンゴ礁の分布

③-1 湧昇域

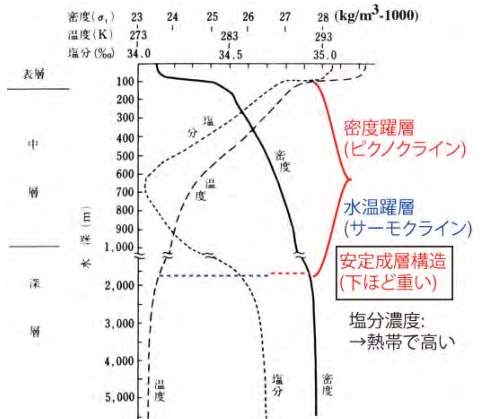


④ 海洋表層の栄養塩の濃度分布

2大重要栄養塩 (NO₃⁻, P)

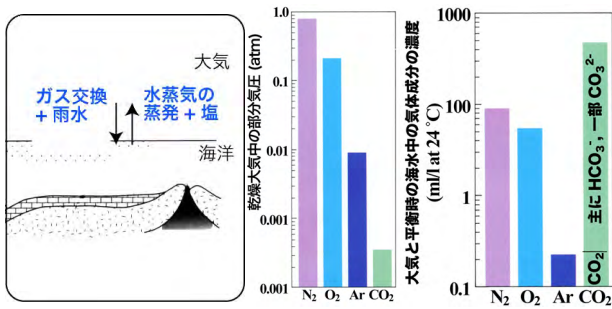


① 垂直構造



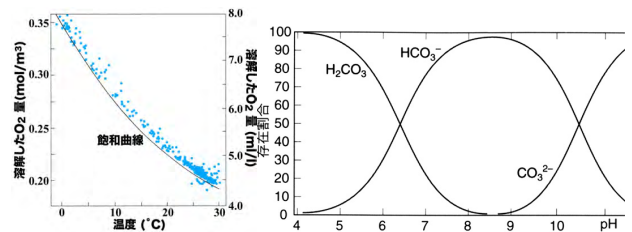
(5) 溶存ガス -大気とのガス交換+雨水-

(1) 大気とのガス交換
 気体が液体に溶け込む量：ヘンリーの法則に則る



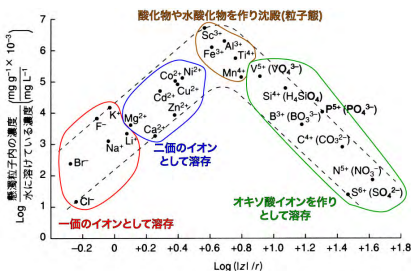
(5) 溶存ガス -大気とのガス交換+雨水-

(1) 大気とのガス交換
 気体が液体に溶け込む量：ヘンリーの法則に則る



溶存元素

- ① イオン(+錯体), 無機錯体や有機錯体
- ② 粒子型-有機物, 水酸化物や酸化物等

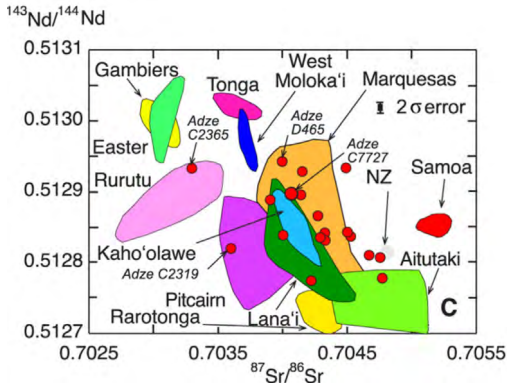


海水中の主なイオンの濃度と滞留時間

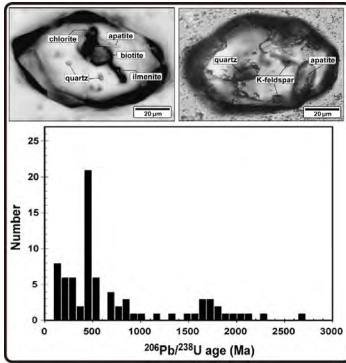
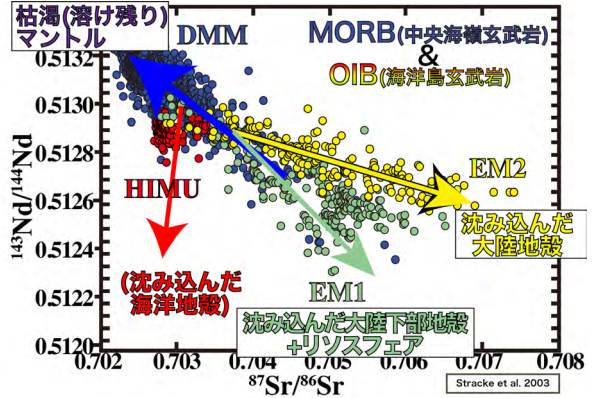
イオン	濃度 (μM)	滞留時間 (万年)
豊富な元素		
Cl ⁻	5.6x10 ⁵	9,000
Na ⁺	4.8x10 ⁵	6,000
Mg ²⁺	5.5x10 ⁴	1,000
SO ₄ ²⁻	2.9x10 ⁴	900
Ca ²⁺	1.1x10 ⁴	100
K ⁺	1.0x10 ⁴	1,000
C (HCO ₃ ⁻ , CO ₃ ²⁻ , CO ₂)	2-2.4x10 ³	8
Br ⁻	8.6x10 ²	10,000
B (B(OH) ₃ , B(OH) ₄ ⁻)	4.3x10 ²	1,000
栄養塩		
Cu (CuCO ₃ , Cu ²⁺ , Co(OH) ⁺)	0.02-1x10 ⁻³	0.05
Si (Si(OH) ₄)	0-3x10 ⁻³	7
Fe (Fe(OH) ₃)	0.5-6x10 ⁻³	0.5
P (NaH ₂ PO ₄ , H ₂ PO ₄ ²⁻ , MgHPO ₄)	0-0.18 ⁻³	2
不溶性		
Mn (Mn ²⁺ , MnCl)	0.08-3x10 ⁻³	0.006
Al (Al(OH) ₃ , Al(OH) ₄ ⁻)	0-4x10 ⁻²	0.02
希土類		
Ce (CeCO ₃ ²⁻ , Ce ³⁺ , CeCl ²⁺)	3-80x10 ⁻⁶	0.01
Nd (NdCO ₃ ²⁻ , Nd ³⁺ , NdSO ₄ ⁺)	7-50x10 ⁻⁶	0.06
可溶性 (アルカリ)		
Sr ²⁺	91	5
Rb ⁺	1.4	300
可溶性 (オキソ錯体)		
MoO ₄ ²⁻	1.07x10 ⁻¹	80
UO ₂ (CO ₃) ₃ ⁴⁻	1.4x10 ⁻²	40

平均滞留時間 (τ) ≡ (海水中の全量 mol) / (流入量 mol/y)
 タイムスケール：熱塩循環(数千年), 海流(数ヶ月)

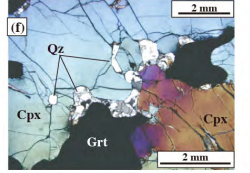
ホットスポットのマグマの同位体組成



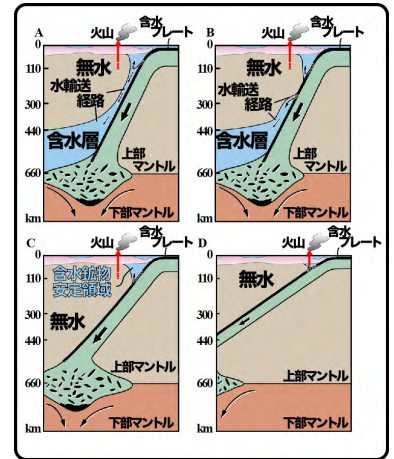
中央海嶺玄武岩とホットスポットマグマの同位体組成の多様性とその特徴



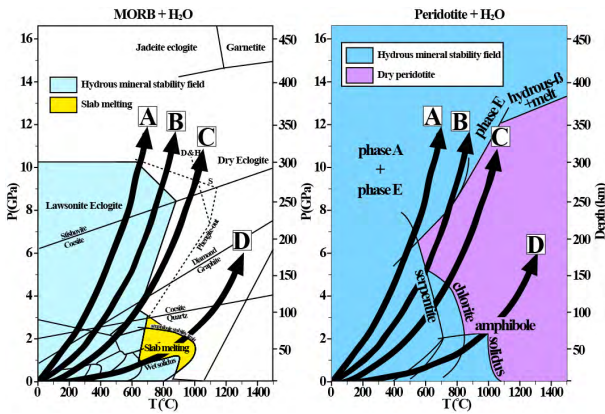
ホットスポットマグマ中に
取り込まれた
エクロジヤイト捕獲岩中:
沈み込んだ物質の証地
(ソロモン諸島: マライタ島)



水の循環

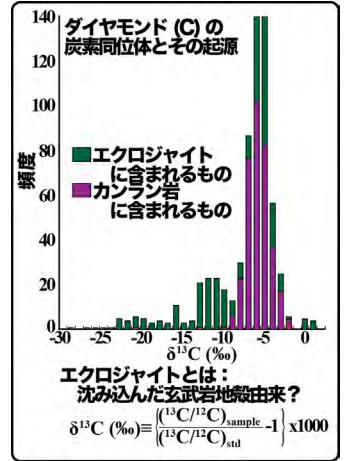


水の循環



ダイヤモンドの炭素同位体

①エクロジヤイト (沈み込んだ海洋地殻物質に伴う)型
ダイヤモンドは生物起源(化石)?



コア・マントル境界の物質学

