

## 蒸発岩と化学沈殿岩

**堆積岩：**  
流体運動の作用により地表あるいは水底に沈積した固体粒子の集合物を堆積物とし、圧密や膠結(コウケツ)などによる粒子間稠密(チュウミツ)で固結した堆積物

**堆積粒子：**堆積物や堆積岩を構成する粒子。  
**岩石片や鉱物、火山噴出物、生物の遺骸、流体の蒸発及び化学反応**で晶出した粒子

**蒸発岩：**蒸発作用によって生じる堆積岩

海水が蒸発すると：  
アラレ石( $\text{CaCO}_3$ )→石膏( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )  
→岩塩( $\text{NaCl}$ )→硫酸マグネシウム( $\text{MgSO}_4$ )

岩塩は透水率0・岩塩ドーム(低密度2.16)  
→石油・天然ガスの集積  
→地層処分や液体燃料の一次貯留

**メッシンアン塩分危機：**  
①メッシンアン期(7.246±5~5.332±5Ma)、5.96Maに地中海が干上がったイベント  
②地中海周辺国で見られる蒸発岩が形成

**堆積盆地(sedimentary basin)**  
：堆積物がまとまって存在する場所(特に盆地状構造でなくてもOK)

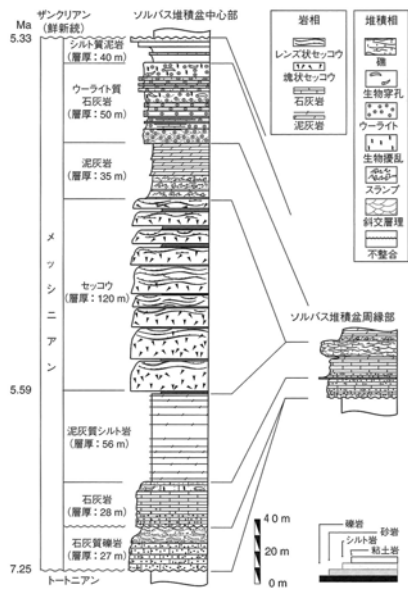
**安定陸棚：**楕状地の周縁部で先カンブリア紀の基盤岩を不整合に覆う広大な浅海堆積物。  
海進期→化石に富む浅海成の石灰岩や頁岩  
海退期→石英質砂岩、蒸発岩、石炭層等  
基盤が安定しているため、変形をあまり受けず、海水準変動に伴う平行不整合が形成され易い。  
**内陸盆地：**大陸地殻内に広域に生じる盆地状構造。その堆積物は一般には薄く(1500m以下、cf karoo盆地は約8000m)、風成、湖成、河川堆積物、石炭層、蒸発岩

**メッシンアン塩分危機：**  
①メッシンアン期(7.246±5~5.332±5Ma)、5.96Maに30万年間程度に何回にもわたり地中海が干上がったイベント  
②地中海周辺国で見られる蒸発岩が形成



図 6.22 西地中海におけるメッシンアン期の古地理復元図  
ジブラルタル海峡は閉じており、外洋水は、イベリア半島と北アフリカに出現した水路 (Betic-Riffian passage) を経て地中海に流入した (矢印)。水門の役割を果たす地形的高まりにより外洋から半隔離された海域に、高温・乾燥の気候条件が及ぶと、蒸発岩が堆積する。ベティック水路の地中海寄りの出口に近い海盆はセッコウの堆積する場となった。

①アフリカプレートの北進とイベリア半島の東進に伴いジブラルタル弧が隆起  
②また、①の運動に伴い、横ずれのベティック構造帯とリフ構造帯が形成。堆積盆が多く作られるとともに、ここから海水が流入。



③ユースターシーによる海水量変動により、大規模に地中海周辺地域に石膏、地中海中央付近に岩塩が堆積。  
 ④石膏と粘土層が複数回繰り返しているのが分かる。図6.23では9回。  
 →1堆積周期、2万5千年ほ



図 6.23 南スペイン・アンダルシア地方のソルバス堆積盆(図 6.22)を参照し地中海 Baleario-Alboran 海盆の岩塩相分布(Hsu et al., 1973\*による)メッシナー系の堆積相層序

### 蒸発岩の形成場

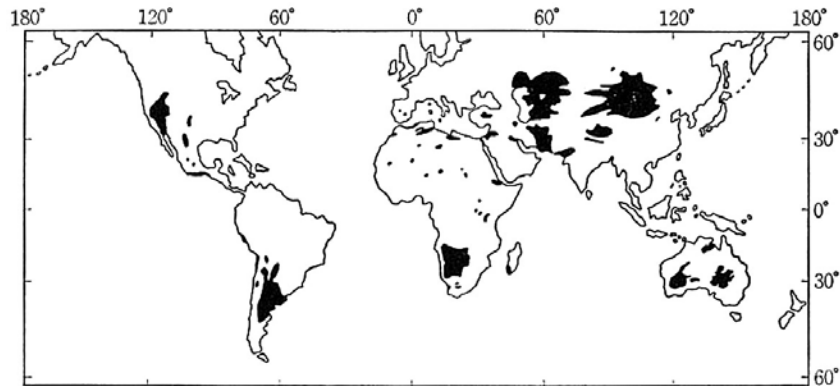
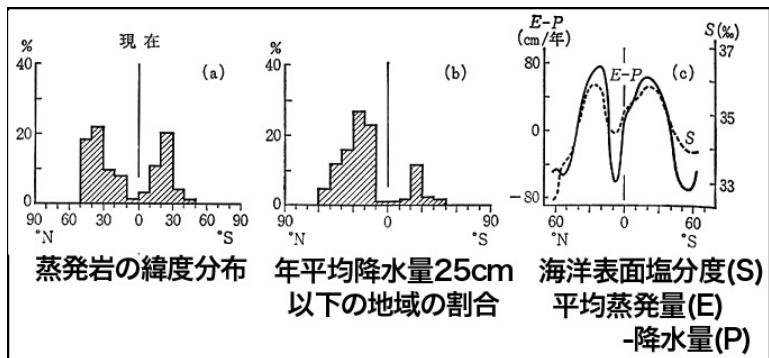


図 4.7 現在堆積しつつある蒸発岩の分布(Drewry et al., 1974\*による)

- 安定大陸の中・低緯度地帯。赤道直下の10°以内を除く、南北50°内。年間降水量25cm以下
- 降水量が極端に小さく、河川水の流入も少なく、蒸発量が降水量や流入量を上回る。

### 蒸発岩の形成場



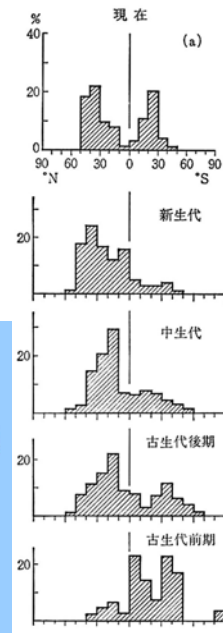
- 安定大陸の中・低緯度地帯。赤道直下の10°以内を除く、南北50°内。年間降水量25cm以下
- 降水量が極端に小さく、河川水の流入も少なく、蒸発量が降水量や流入量を上回る。
- 海洋域では、海洋表面塩濃度の高い所に相当。

### 蒸発岩の形成場

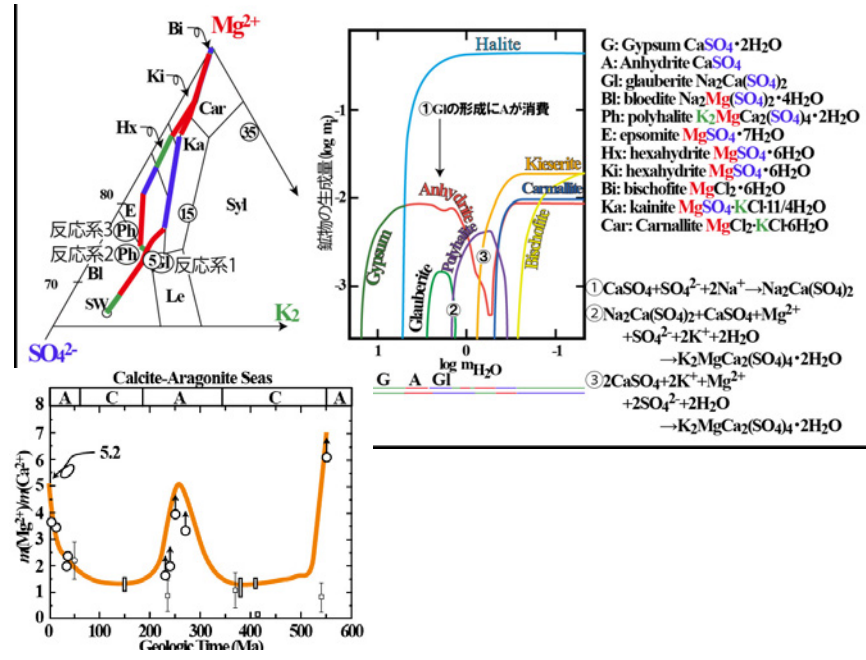
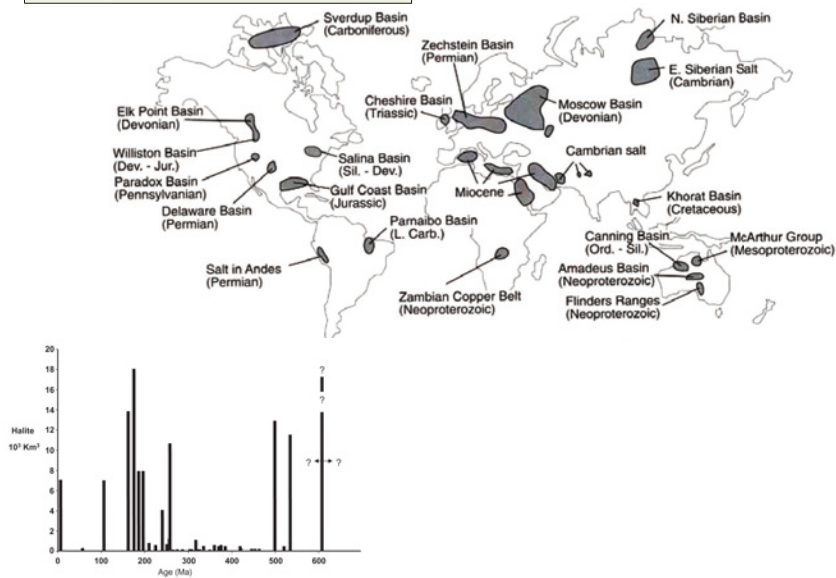
- 古生代前期(カンブリア紀-石炭紀)  
蒸発岩の発達が少ない  
南に偏っているが、大陸分布による。
- 古生代後期~中生代中期(ペルム紀~ジュラ紀)  
超大陸バンゲア(ローレンシア+ゴンドワナ大陸)  
ペルム紀に、ローレンシア大陸中央部にNew Red Sandstoneと呼ばれる砂漠堆積物が広がるとその東側には北と東から湾入したZechstein sea(浅海)  
三畳紀中期~後期:南~東から湾入した浅海域



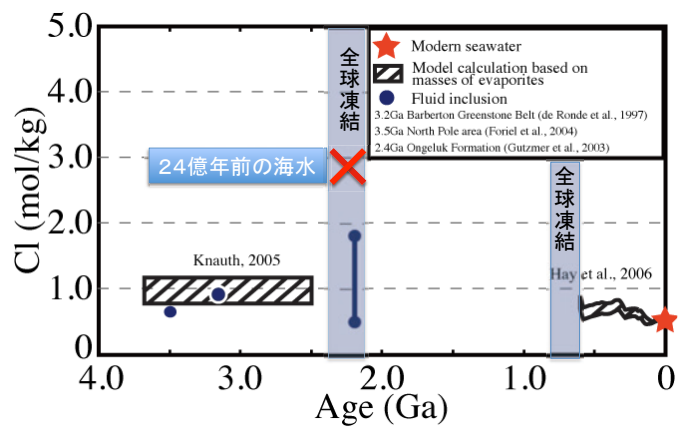
- 中生代後期~新生代(白亜紀~新生代)  
南大西洋沿岸(白亜紀初頭のAptian)と環地中海海域(メッシナー)



# 地球史とevaporite



# 海水塩濃度の経年変化

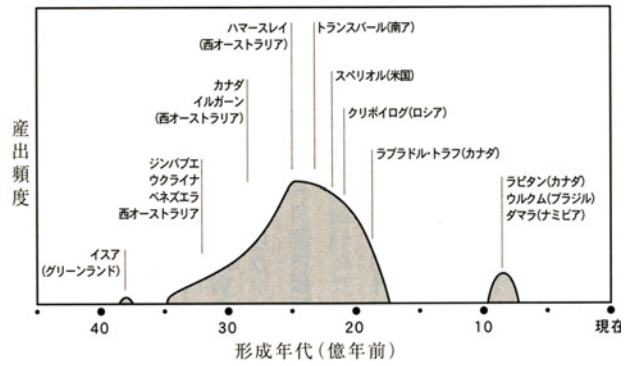


# 縞状鉄鉱層

25億年前  
 海水中のFe<sup>2+</sup>が酸化されて、Fe<sup>3+</sup>になり、沈殿(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO(OH))

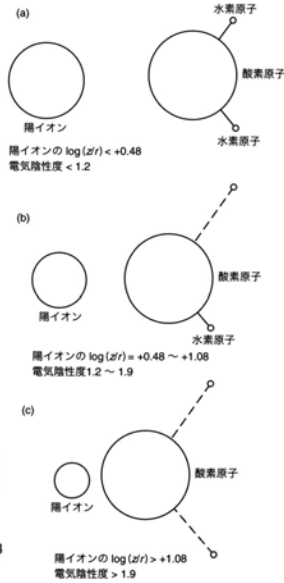
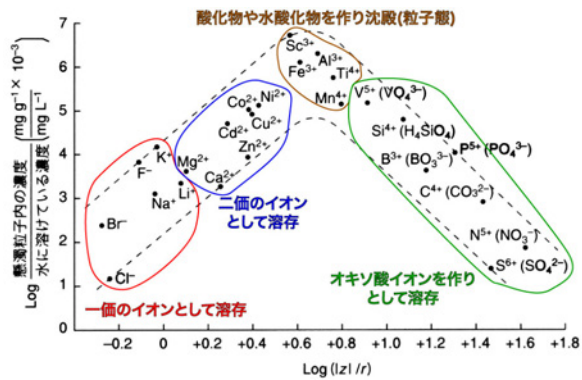
# 縞状マンガン層

23億年前  
 海水中のMn<sup>2+</sup>が酸化されて、Mn<sup>3+</sup>またはMn<sup>4+</sup>になり、沈殿

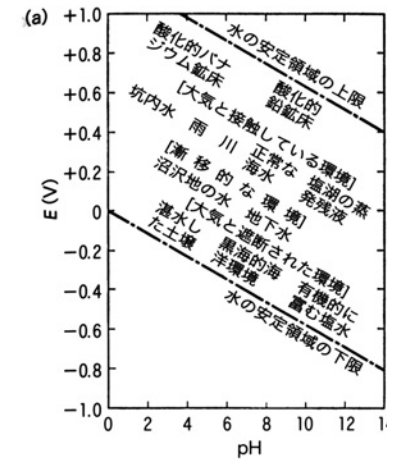
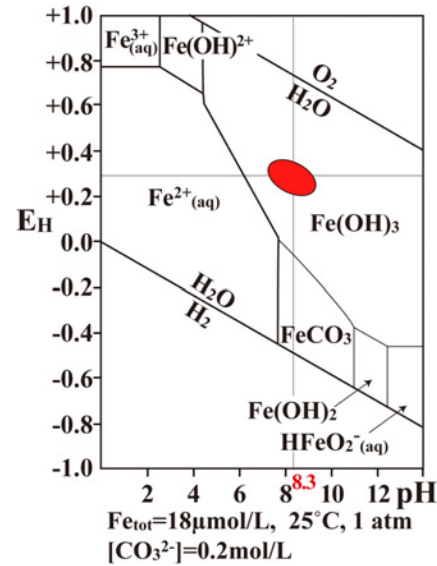


### (1)堆積性鉱床: Fe, Mn, U, Pについて

→水溶液(海水, 河川, 地下水)への溶け易さと、そこからの沈殿



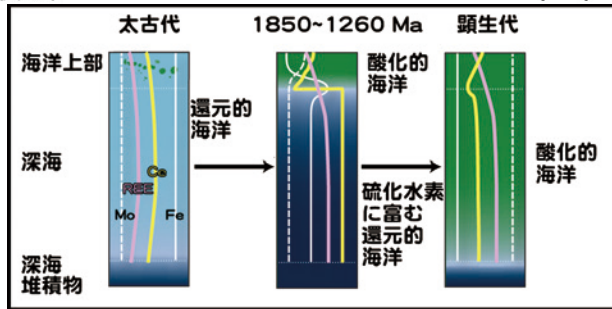
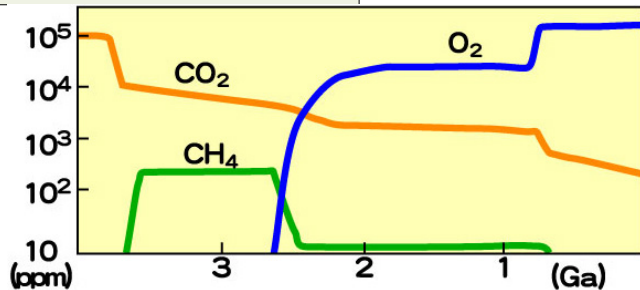
### Feについて



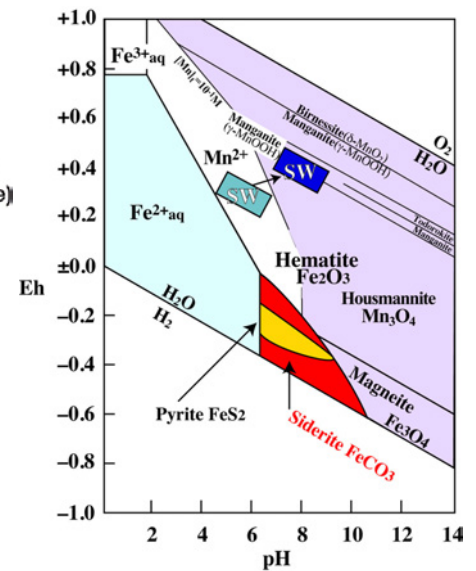
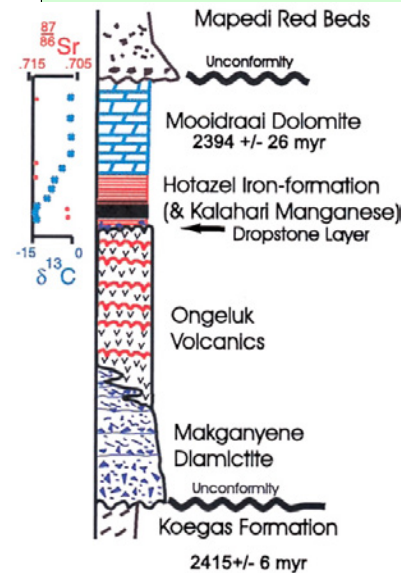
鉄はFe<sup>2+</sup>だと可溶,  
Fe<sup>3+</sup>だと不溶

錯体Fe(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub><sup>2+</sup>, Fe(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub><sup>3+</sup>  
Fe(HCO<sub>3</sub>)<sub>2(aq)</sub>

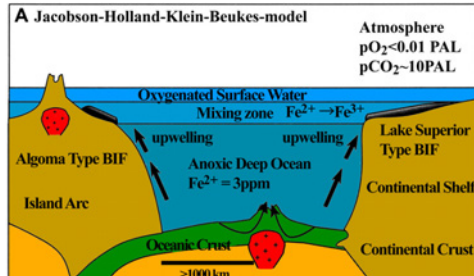
### 大気・海洋の酸素濃度の上昇



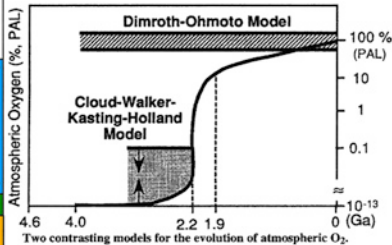
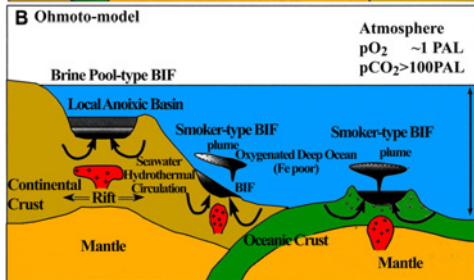
### 縞状マンガン層の形成と酸素濃度



### 縞状鉄鉱層の形成と大気酸素濃度の二つのモデル

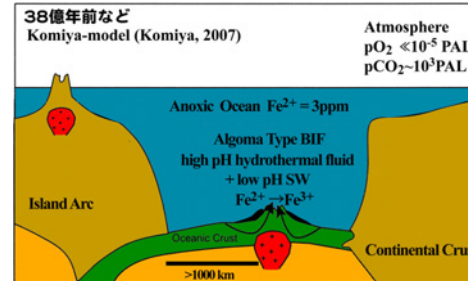


完全に還元的でも形成されるのか  
 (1)Feの光化学反応.  
 $Fe^{2+} + hv \rightarrow Fe(OH)^+ + H^+$   
 (pH~6.5)  
 (2)Fe酸化バクテリア  
 $Fe^{2+}$ 酸化光合成バクテリア  $4Fe^{2+} + CO_2 + 11H_2O + hv \rightarrow [CH_2O] + 4Fe(OH)_3 + 8H^+$   
 (3)pHについて.  
 熱水の周りに、locally pHが高かった。

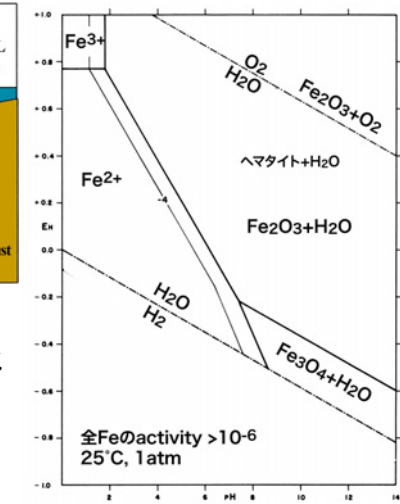


Ohmoto et al., 2006

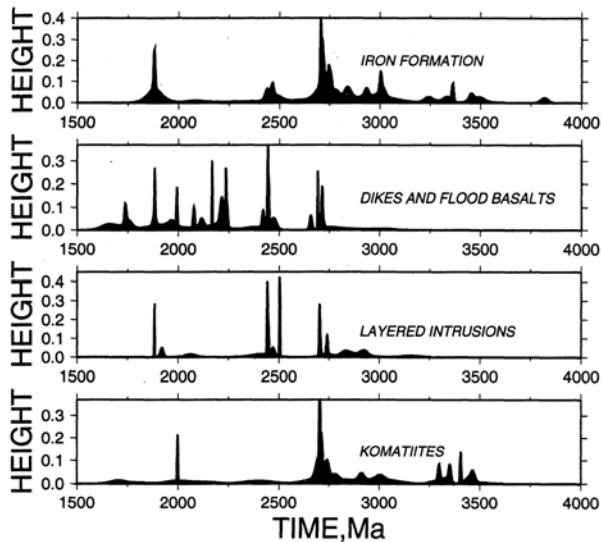
### 縞状鉄鉱層の形成と大気酸素濃度とは無関係 1 !



pHについて.  
 超塩基性岩を通過したpHの高い熱水とpHの低い海水の混合。



### 縞状鉄鉱層の形成と大気酸素濃度とは無関係 2 !



火成活動と  
 関連？

### 大気・海洋が酸化的になって以降の鉄床

#### 鉄鉱床

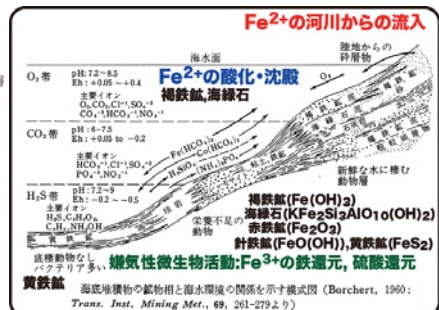
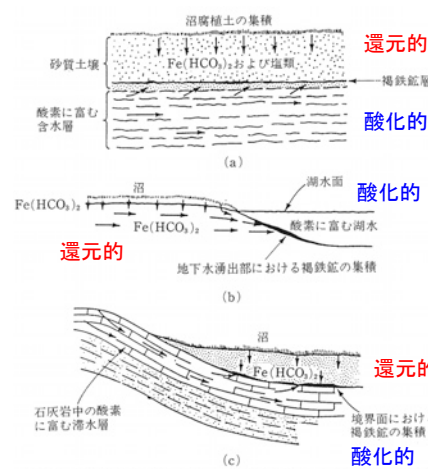


図 7.3 沼鉄鉱床の形成 (Borchert, 1960: Trans. Inst. Mining Met., 69, 261-279より)

## ウラニナイト

### UO<sub>2</sub>の黒色の鉱物

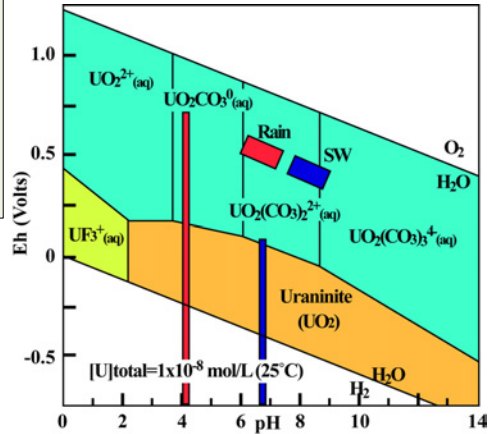
Uについて

+3, +4, +5, +6が存在

①酸化の～少し酸化の状態  
UO<sub>2</sub><sup>2+</sup>やU<sup>4+</sup>が最も安定

②還元の状態  
UO<sub>2</sub>(uraninite)

③他の価数は不安定  
3価はすぐに4価になってしまう。  
5価はUO<sub>2</sub><sup>+</sup>をつくり、結局6価や4価になってしまう。



## 大気・海洋が酸化のようになって以降の鉱床

### ウラン鉱床

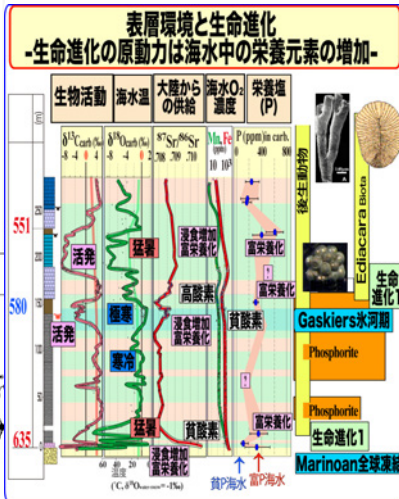
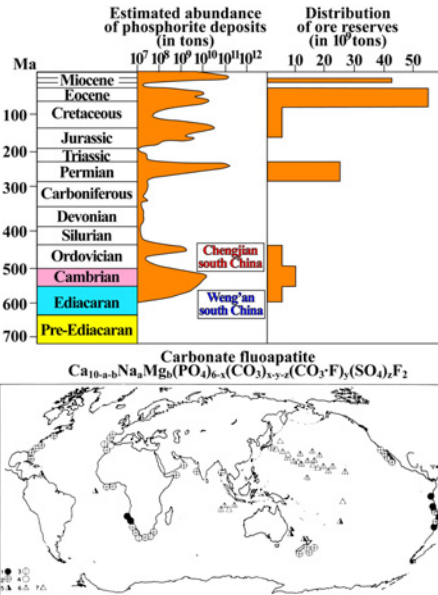
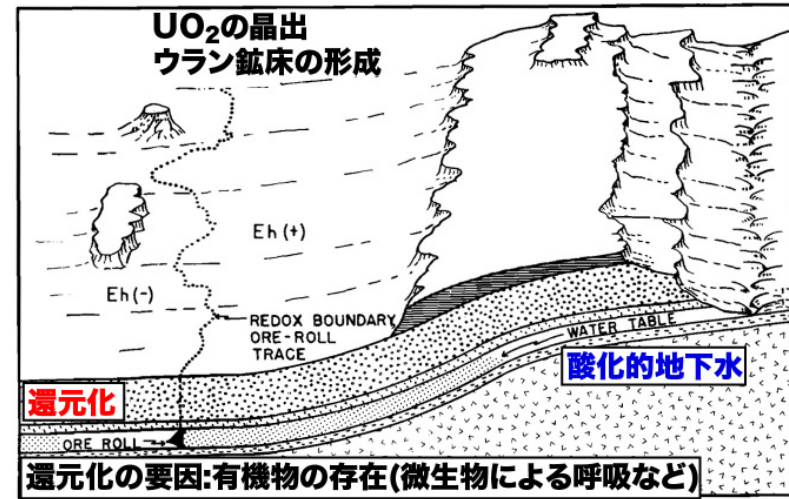


Fig. 16. Phosphorite location on the sea floor. 1-4 = phosphorites on continental margins; 5-7 = phosphorites on submergent mountains. Geological age: 1 = Hoboken; 2 = Nagano; 3 = Palmyra; 4, 7 = Cretaceous (from Broecker and Barin, 1979).