

中央海嶺と海洋プレート 1 (海洋プレートを構成する岩石)

第1回: ガイダンス(授業の目標、講義内容の概要、授業の評価方法)
第2回: 動く大地の発見1 (VLBI、GPS、地形と地質)
第3回: 動く大地の発見2 (磁極の移動、海洋底の磁気異常の縞模様)
第4回: プレート運動学と3種のプレート境界
第5回: 重力異常とアイソスター

第6回: 中央海嶺と海洋プレート 1 (海洋プレートを構成する岩石)

第7回: 中央海嶺と海洋プレート 2 (地震波・電気抵抗から海洋プレートを探る)

第8回: プレートの熱的進化 (プレートの年齢と水深・熱流量、ルート則)

第9回: プレート収斂型境界の特徴とプレート収斂速度の法則

第10回: 大陸衝突と造山運動 (地震・活断層・火山分布)

第11回: ジオハザードと防災1 (ジオハザードとは何か)

第12回: 新生代日本列島の進化史 (特に日本海拡大について)

第13回: ジオハザードと防災2 (ジオハザードの発生メカニズム)

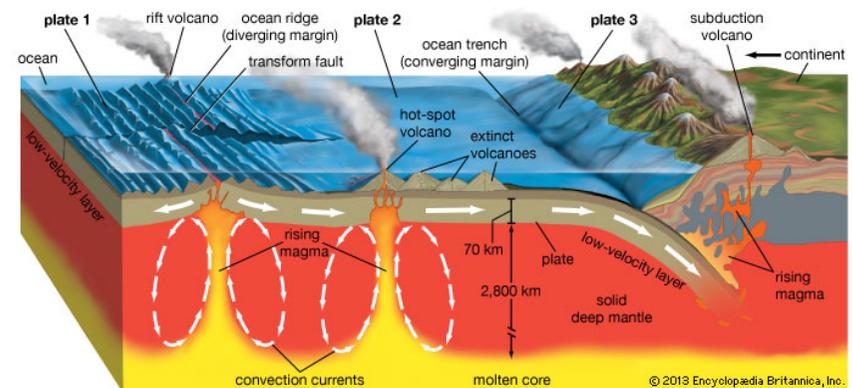
第14回: ジオハザードと防災3 (歴史・先史時代の巨大災害)

第15回: ジオハザードと防災4 (地震・津波による災害と対策)

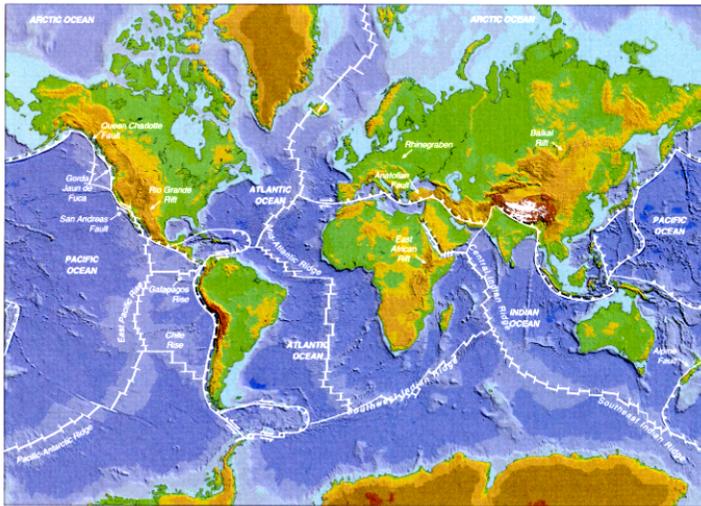
5回目の内容

- 海嶺(プレートの生まれるところ)と海洋底
- 2つの異なるマグマ発生様式(中央海嶺、沈み込み帯)
- 海洋底の層序と構成する岩石
- ホットスポットとプレート移動

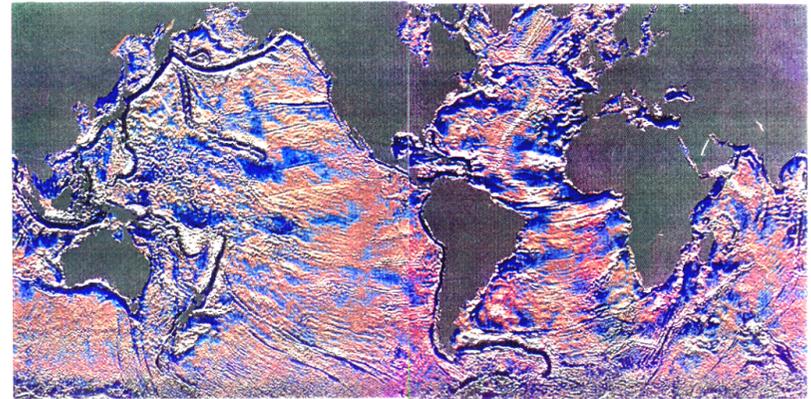
中央海嶺とホットスポット



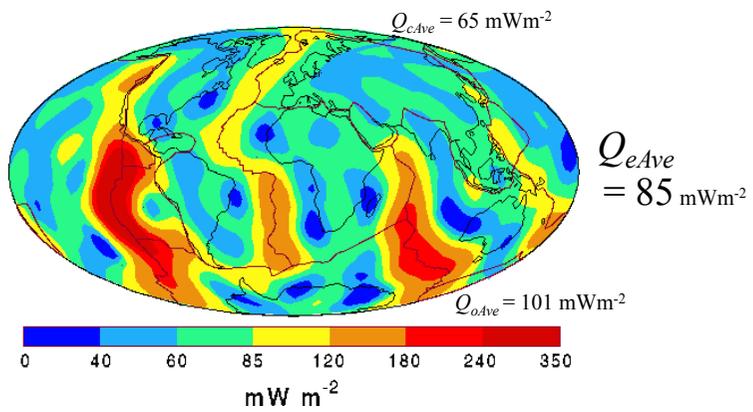
中央海嶺 (mid-oceanic ridge)



重力異常で見た海洋底



全球の熱流量

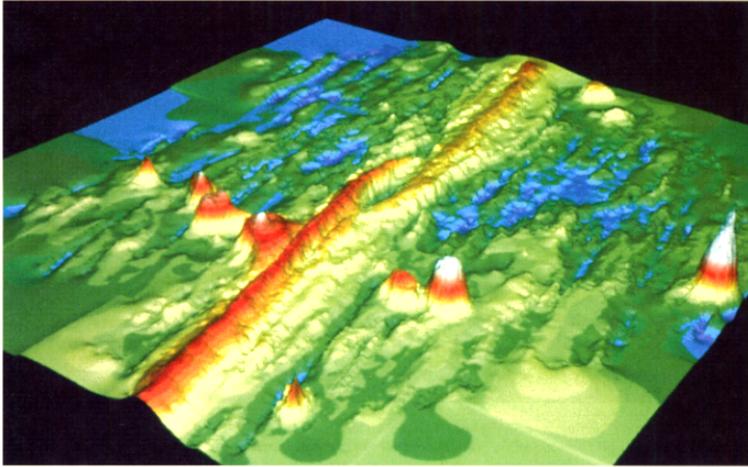


<http://www.geophysik.rwth-aachen.de/IHFC/heatflow.html>

大西洋の海底地形



East Pacific Riseの地形



海嶺付近の重力異常

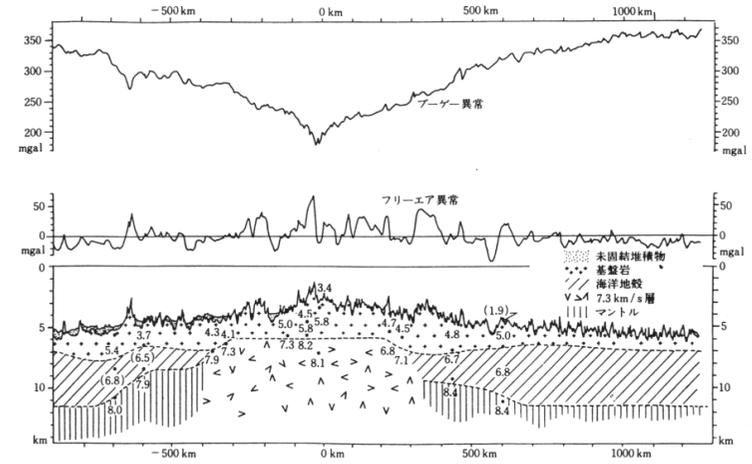
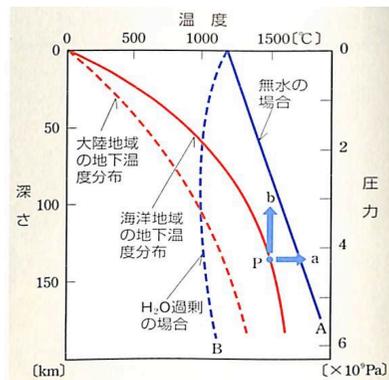
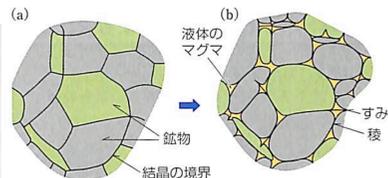


図 3.3 重力および地震探査法による大西洋中央海嶺(MAR)の構造断面(Talwani et al., 1965). 数字は V_p (km/s). 縦横スケール比は 40 : 1.

マグマの発生と上昇



▲図 30 かんらん岩の融解曲線
Aはマンテルに水がない場合、Bはマンテルに水が過剰に存在する場合の融解曲線を示す。

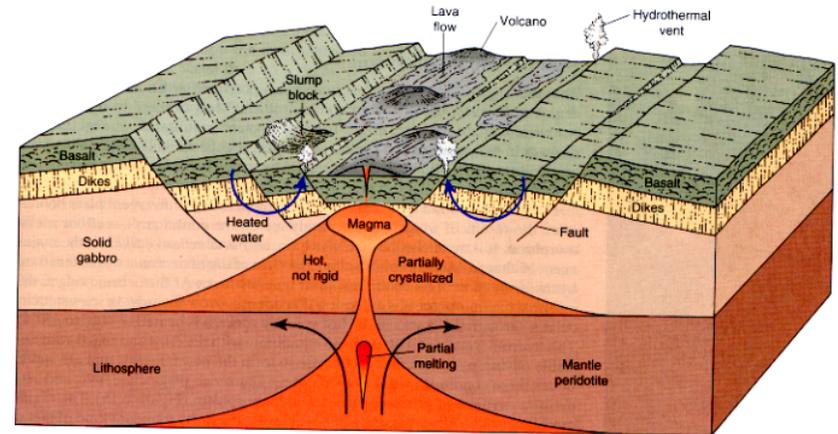


▲図 32 鉱物と鉱物の間のできる液体のマグマ
(a)はとける前の鉱物が詰まっている様子。(b)は少しとけ始めて、鉱物の間の液体が互いにつながりだしたときの様子。

**マンテルが減圧
→ マグマの発生**

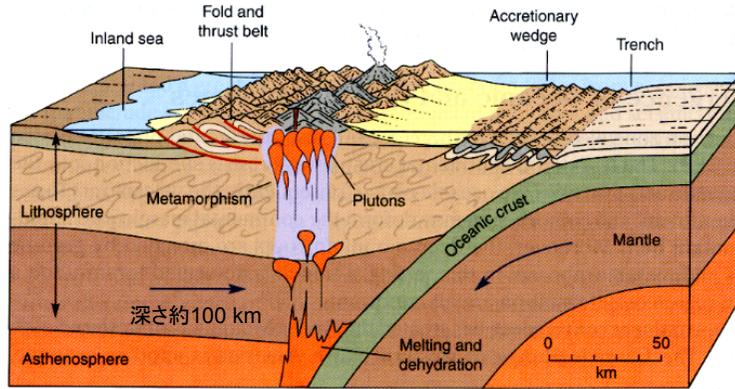
Aはマンテルに水が存在しないケース
Bはマンテルに水が多く存在するケース
aは温度が上昇、bは圧力が低下

海洋性プレートの形成



鉛直上昇により、減圧し部分熔融

島弧地殻とウェッジマンタルの模式図



深さ100kmで部分溶融しマグマ発生

震源の分布

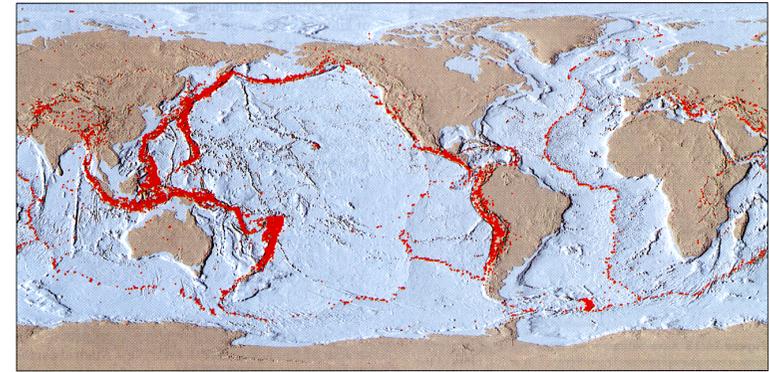


Figure 16.15 Distribution of the 14,229 earthquakes with magnitudes equal to or greater than 5 for the period 1980–1990. (Data from National Geophysical Data Center/NOAA)

中央海嶺の中軸に沿って震源が分布する。中央海を横にずれさせている断層(トランスフォーム断層)に沿っても震源が並んでいる。震源が集中しているのは、海溝沿いである。インドが衝突しているチベットなどを除くと、いずれの大陸の内部でも地震はほとんど起こっていない。

火山の分布

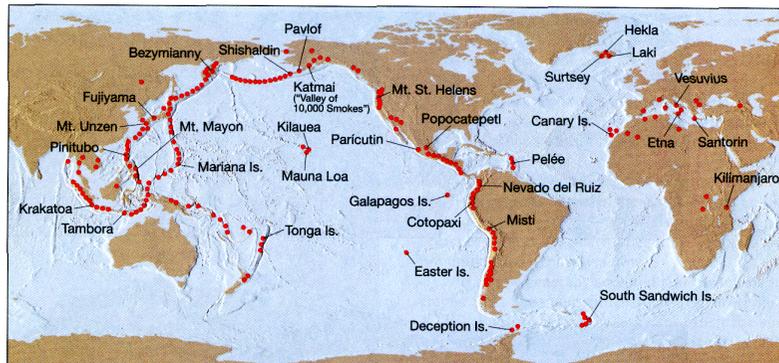
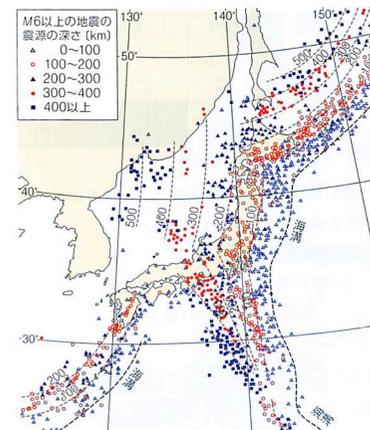


Figure 4.30 Locations of some of Earth's major volcanoes.

海洋と大陸内部には大きな火山は無い。海洋での例外はアイランド、カナリー諸島、ハワイのキラウエアとマウナロア、イースター島などだが、これらの起源はホット・スポットというものだ。これに対し、大部分の火山は海溝のすぐ大陸側に分布している。

地震と火山の分布



破線は震源の深さを示す。
図14 地震の震源の深さの分布

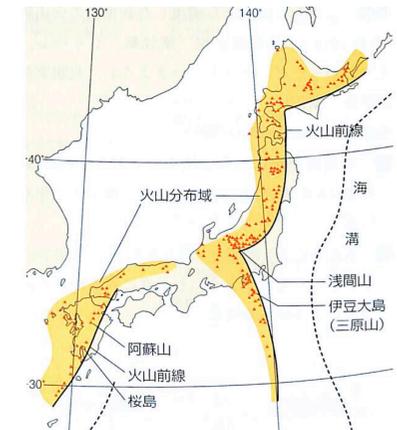
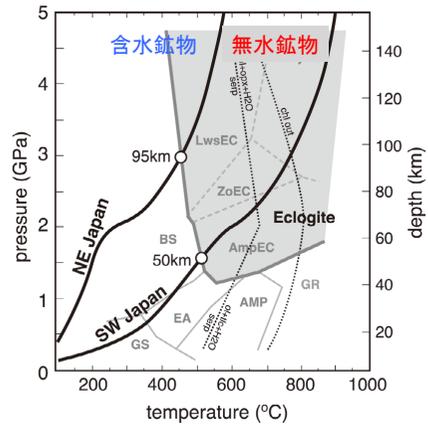


図15 日本の火山の分布

鉱物の安定領域と脱水

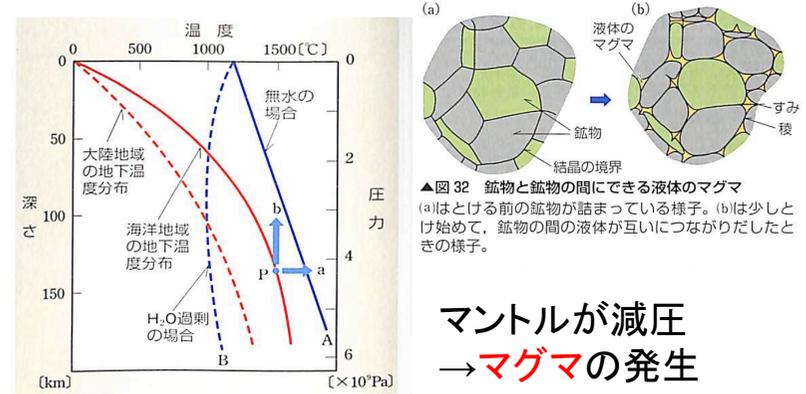


- 沈み込みによって、温度圧力が変化し、鉱物の安定条件が変化
- 含水鉱物が脱水(-OHが抜ける)し、水が発生

たとえば、緑泥石
 $(Mg,Fe,Al)_6(Al,Si)_4O_{10}(OH)_8$

片山ほか(2010)

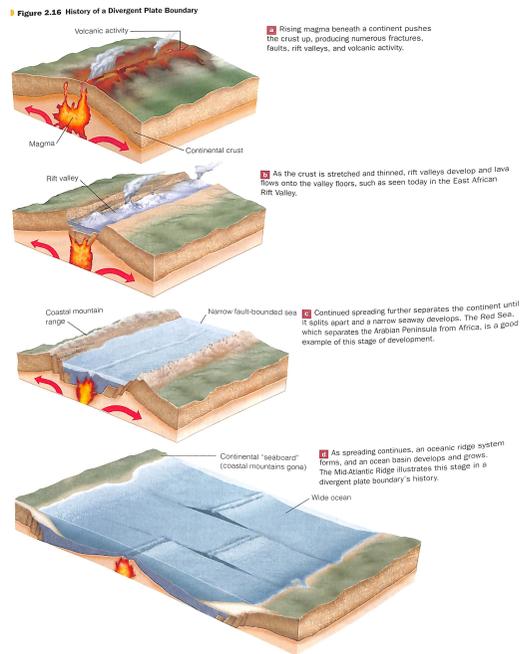
マグマの発生と上昇



▲図30 かんらん岩の融解曲線
 Aはマンテルに水がない場合、Bはマンテルに水が過剰に存在する場合の融解曲線を示す。

マンテルが減圧
 → マグマの発生

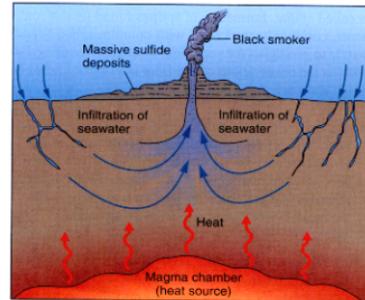
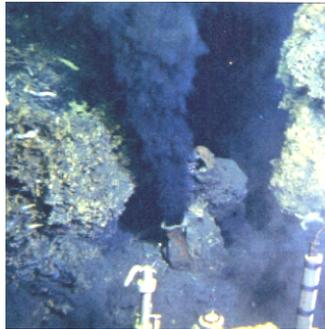
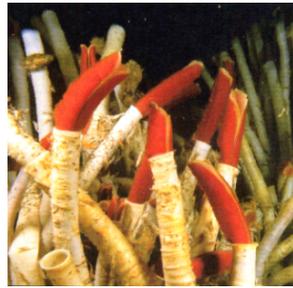
Aはマンテルに水が存在しないケース
 Bはマンテルに水が多く存在するケース
 aは温度が上昇、bは圧力が低下



潜水艇で海嶺を探る



ブラックスモーカー チューブワーム



海洋性プレートを覆う堆積物の規則性

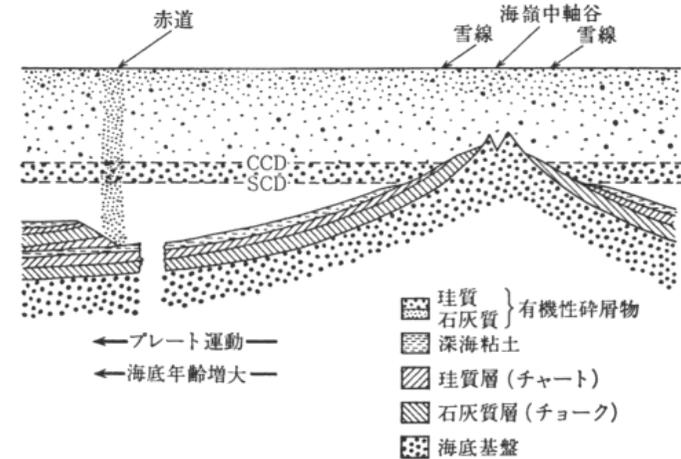


図 2.26 太平洋底の堆積物発達史のモデル (Heezen et al., 1973*による)

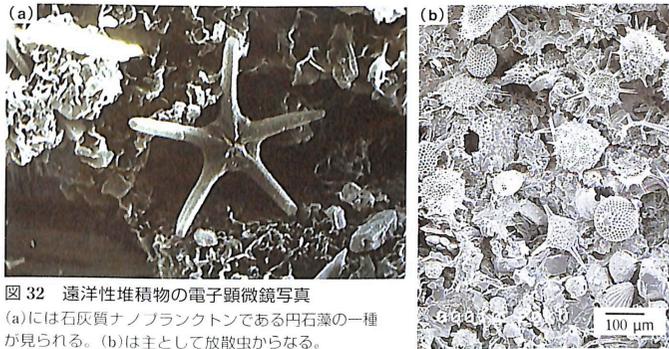


図 32 遠洋性堆積物の電子顕微鏡写真
(a)には石灰質ナノプランクトンである円石藻の一種が見られる。(b)は主として放射虫からなる。

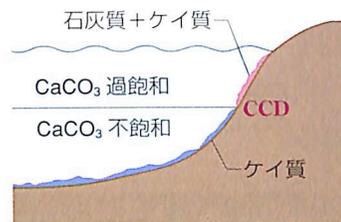
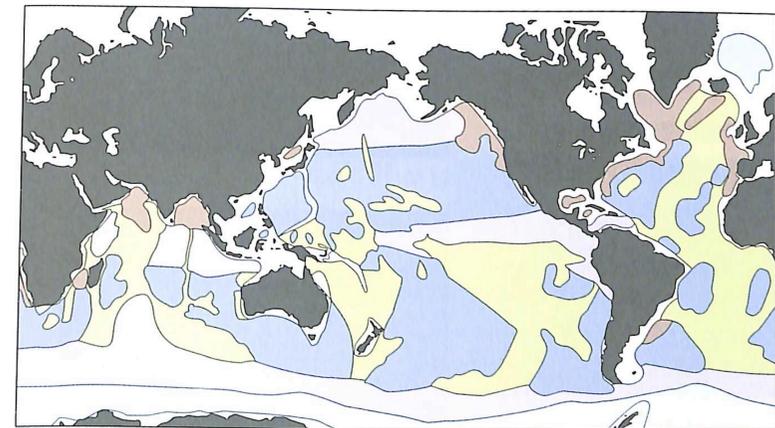


図 A 炭酸塩補償深度

炭酸塩で出来ている有孔虫や円石藻の殻(遺骸)は、圧力の増加に伴う溶解度の増加によって、ある深度で溶けてしまう。この深さを炭酸塩補償深度(CCD)と呼ぶ。これより深い場所は、珪酸塩の殻を持つ放射虫や深海粘土が堆積する。



- 石灰質の堆積物
- ケイ酸質の堆積物
- 深海粘土
- 陸源性の堆積物
- 氷河起源の堆積物
- 大陸縁辺部の堆積物

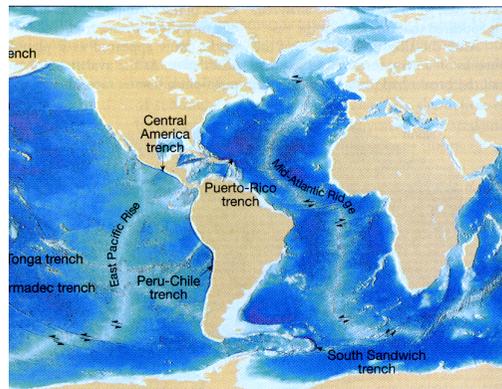
図 B 深海底の堆積物の分布

大西洋には炭酸塩堆積物が多い。高緯度海域と東太平洋はケイ質堆積物、太平洋中央部は深海粘土が分布する。



- 氷河起源の堆積物
- 大陸縁辺部の堆積物

太平洋はケイ質堆積物、太平洋中央部



oceanic trenches.

嶺が横たわり、アイスランドを経て北は北極海に延びている。ここ抜けている。インド洋の中央海嶺は2つ分岐して、西の枝は南太平洋に続く(東太平洋中央海膨)。これからはチリ沖ではガラパゴス海嶺が分岐する。東太平洋中央海膨の北はこれらの中央海嶺から絶えず海洋底が生産されているのだ。

火山岩と深成岩の違い

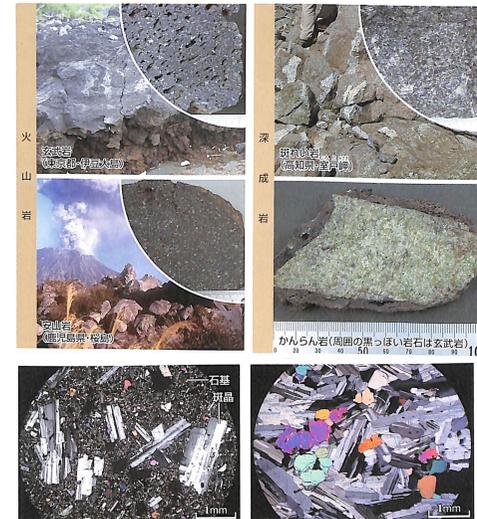
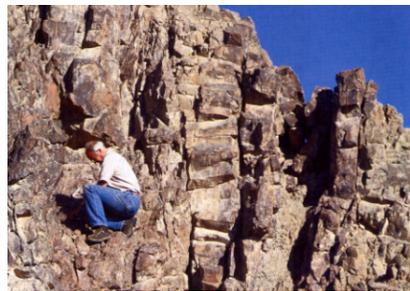


図 57 偏光顕微鏡で見た火山岩の斑状組織(富士山の玄武岩)
火山岩は、斑晶(この場合は斜長石)と細粒の鉱物からなる石基から構成される。

図 58 偏光顕微鏡で見た深成岩の等粒状組織(富士山の噴出物に含まれる斑れい岩)
粗粒で等粒状の斜長石の結晶(灰色-黒色)と輝石・かんらん石の結晶(色づいているもの)からなる。

Oman Ophiolite Complex
枕状溶岩
sheeted dike
層状Gabbro



枕状溶岩

オマーンオフィオライト
(Wadi Jizzi)



<http://www.omandrilling.ac.uk/gallery>

海洋性プレートを構成する岩石

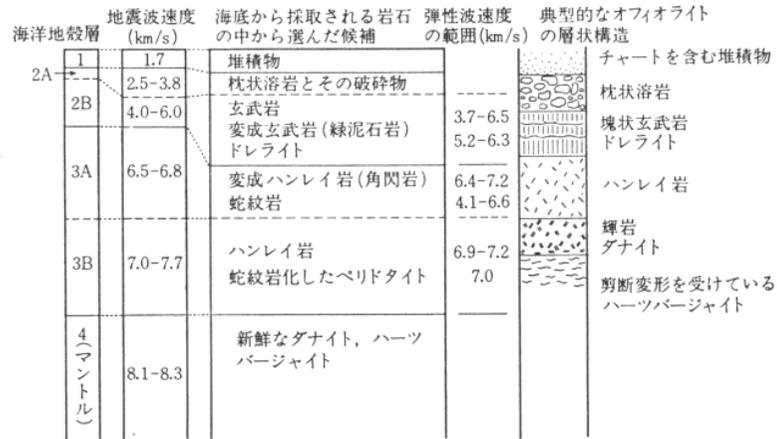


図 1.23 海洋地殻の層状構造と海底から採取される岩石の弾性波速度。右端にオフィオライトの層状構造を示す

超塩基性岩の分類

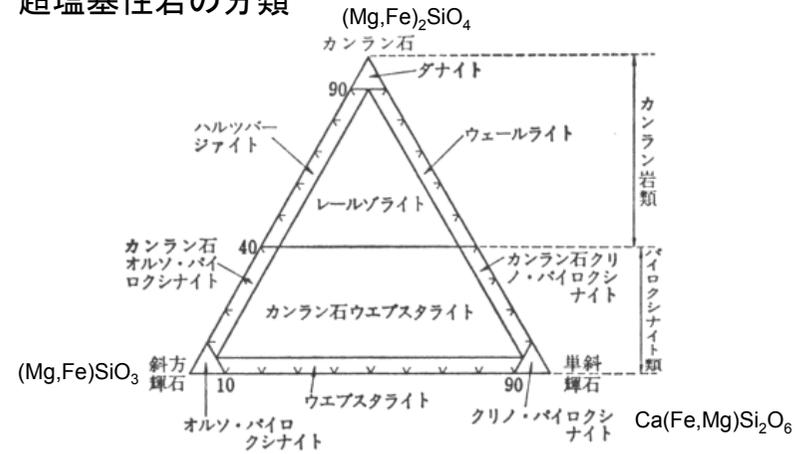


図 18-3 主としてカンラン石と輝石よりなる超マフィック岩類の命名。国際地学連合火成岩分類委員会案。

海洋性プレートが形成される物質的な過程

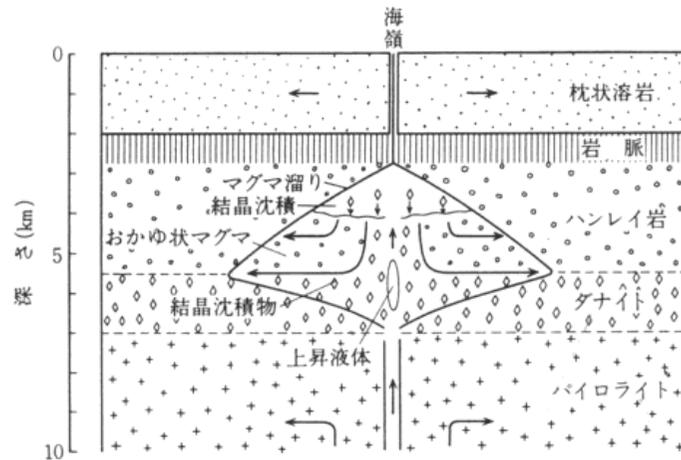


図 1.8 海洋地殻形成のモデル (Sleep, 1975; Kuznir and Bott, 1976).

拡大速度による海底地形の違い

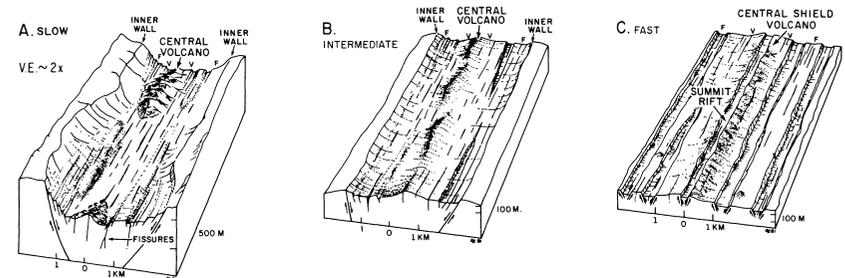
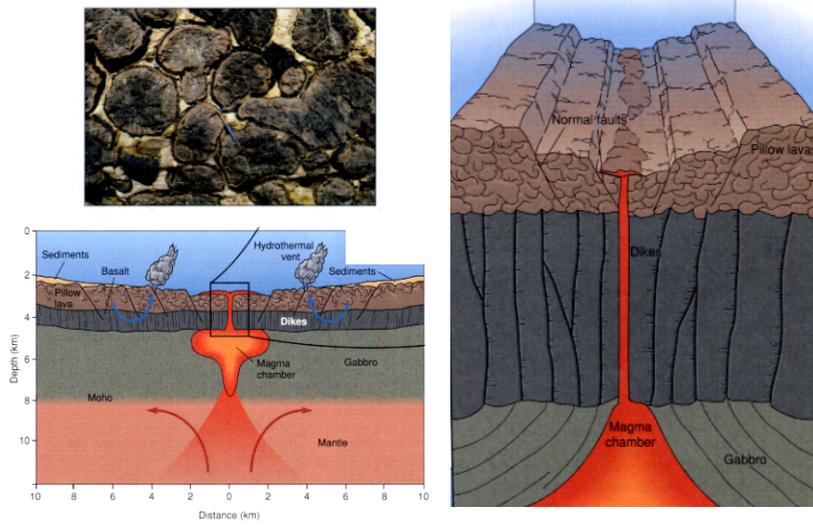


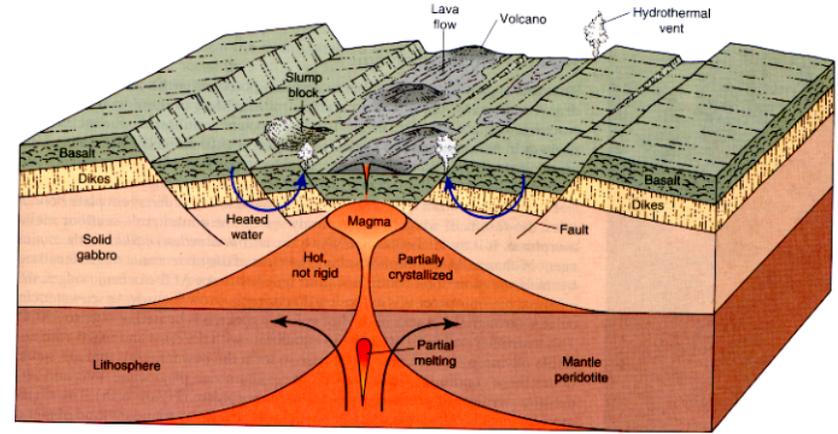
Figure 3 Schematic illustrations of the neovolcanic zone at different spreading rates. The central volcano is highly discontinuous at slow rates (A), moderately continuous with *en echelon* offsets at intermediate rates (B), and often almost perfectly continuous at fast rates (C). At fast rates the volcano resembles a Hawaiian shield volcano with a summit rift. At slow to intermediate rates it is a volcanic construction of pillow lavas. Fissuring of the crust appears to be greatest adjacent to the neovolcanic zone but may occur within it as well. Labels V and F as in Figure 2. (Sketch A modified after Moore et al 1974.)

拡大速度が遅いと中央に大規模な正断層で陥没地形が形成される。一方速い場合は、拡大軸に沿った沈降量の小さい連続的な火山が形成される (McDonald, 1982)

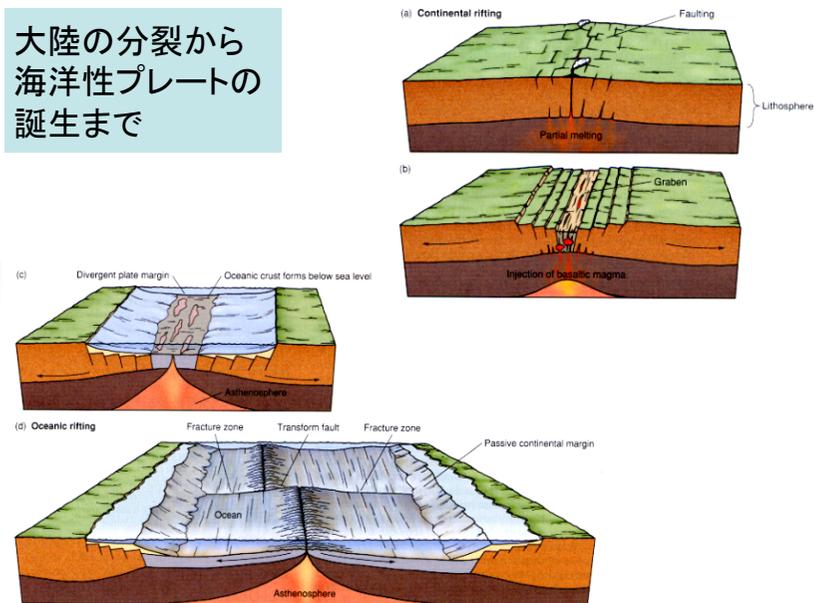
海嶺直下の状況



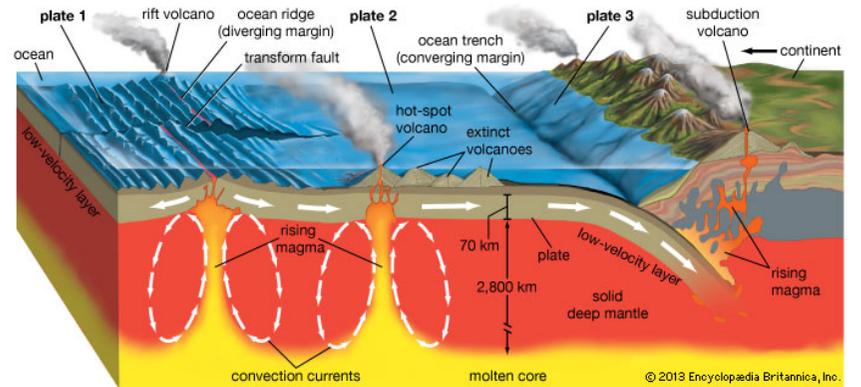
海洋性プレートの形成



大陸の分裂から海洋性プレートの誕生まで

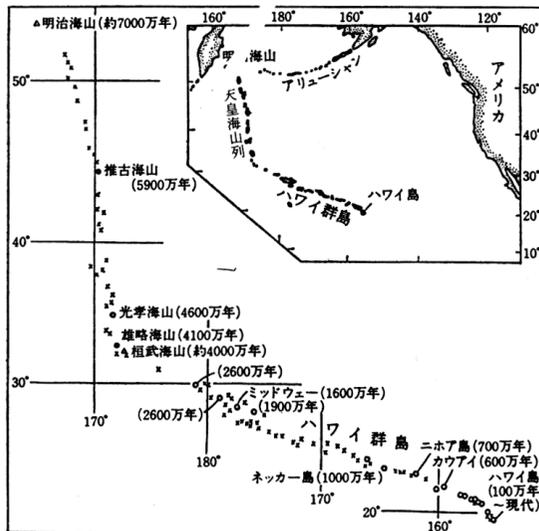


ホットスポット

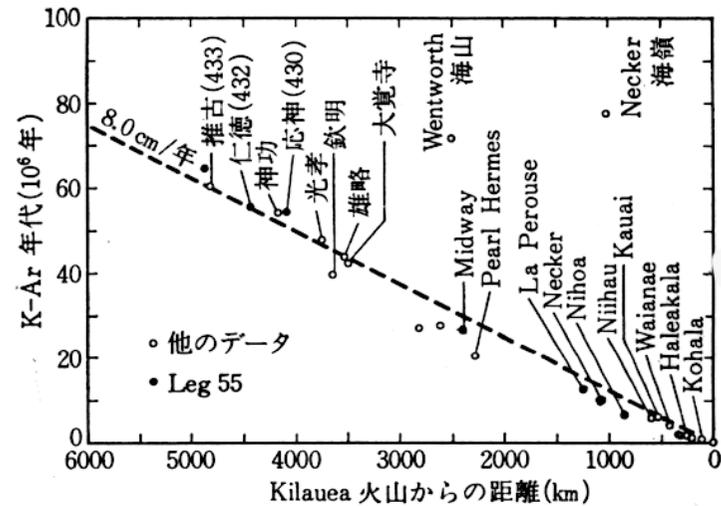


プレートの絶対運動: ハワイ海山列

海山は何故並んでいる?
東端のキラウエアだけが活火山で、西ほど古くなる。
雄略海山(41My)あたりで折れ曲がっているのは何故?



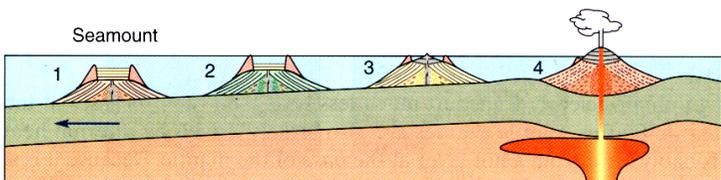
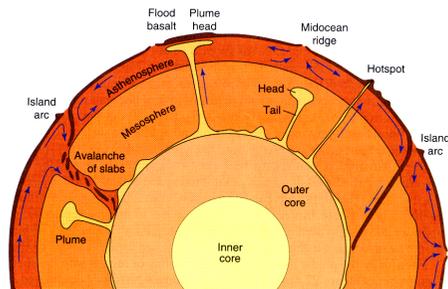
キラウエアからの距離と海山の年齢



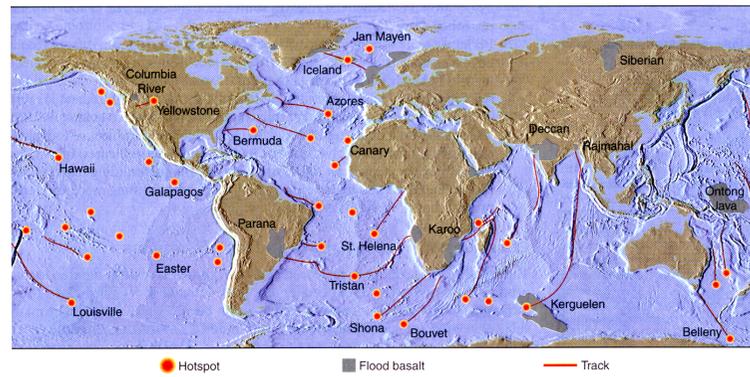
ホットスポットの起源

海山列のマグマの起源は少なくとも数100kmも深い所にある。マントルと核との境界付近らしい証拠もあって、このような火山をホットスポットという。

だから、下図のように、ホットスポットの上をプレートが移動し、海山列(ホットスポット・トラック)ができると考えればよい。

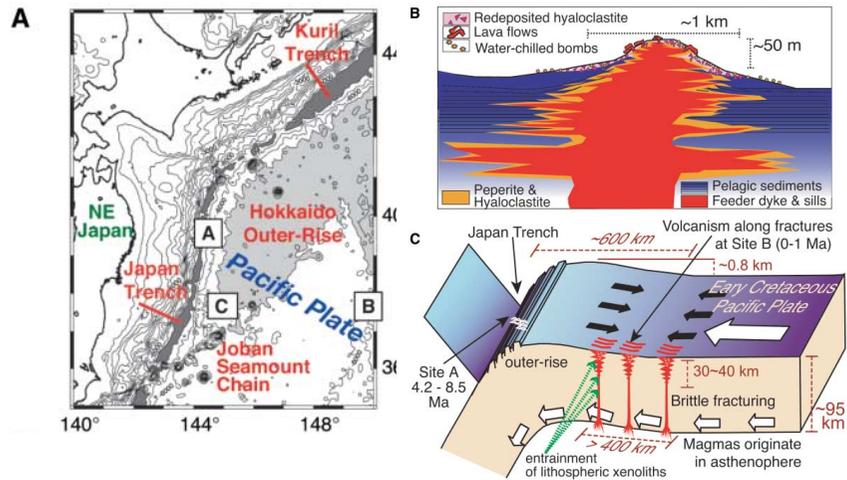


Hot spot trackの分布



ホットスポット・トラックはホットスポットに対するプレートの運動を表す。このようにして求めたプレートの運動を“絶対運動”という。

日本周辺でもプチスポット



5回目 課題

かんらん岩の溶融曲線を用いて、以下の2ケースにおいてマグマの発生する過程を説明せよ。

- 1) 中央海嶺もしくはホットスポットでのマグマ発生
- 2) 沈み込み帯プレート境界でのマグマ発生