



六ヶ所再処理事業所再処理事業変更許可処分取消

準備書面（１８８）

-地球学の基礎と
日本列島の成り立ち-

２０２２年３月４日

原告代理人 弁護士 海渡雄一

第1 プレートテクトニクス の基本

1 本準備書面の作成意図と 本件審理にとっての意義

- ・地球と生命の歴史概要と日本列島がどのようにして形作られたのかについて、教科書レベルの知識(甲D370と甲D369)と、最先端の地球科学の到達点(甲D368と甲D371から甲D376)を整理する。
- ・本件訴訟における地震活動、火山活動に関する判断の基礎とするべき地学知識の基礎を提供する。
- ・とりわけ、原告が提出した準備書面189において、論証した本件施設の東方沖合に存在する大陸棚外縁断層の活動性に関する、原告らが引用した池田安隆教授の見解が、最新の地球科学の常識的な知識に立脚する通説的見解であることを根拠づける。

2 日本列島の現在の姿



図0.2 日本列島付近の海底地形図

3 地球の表面を覆っているプレート

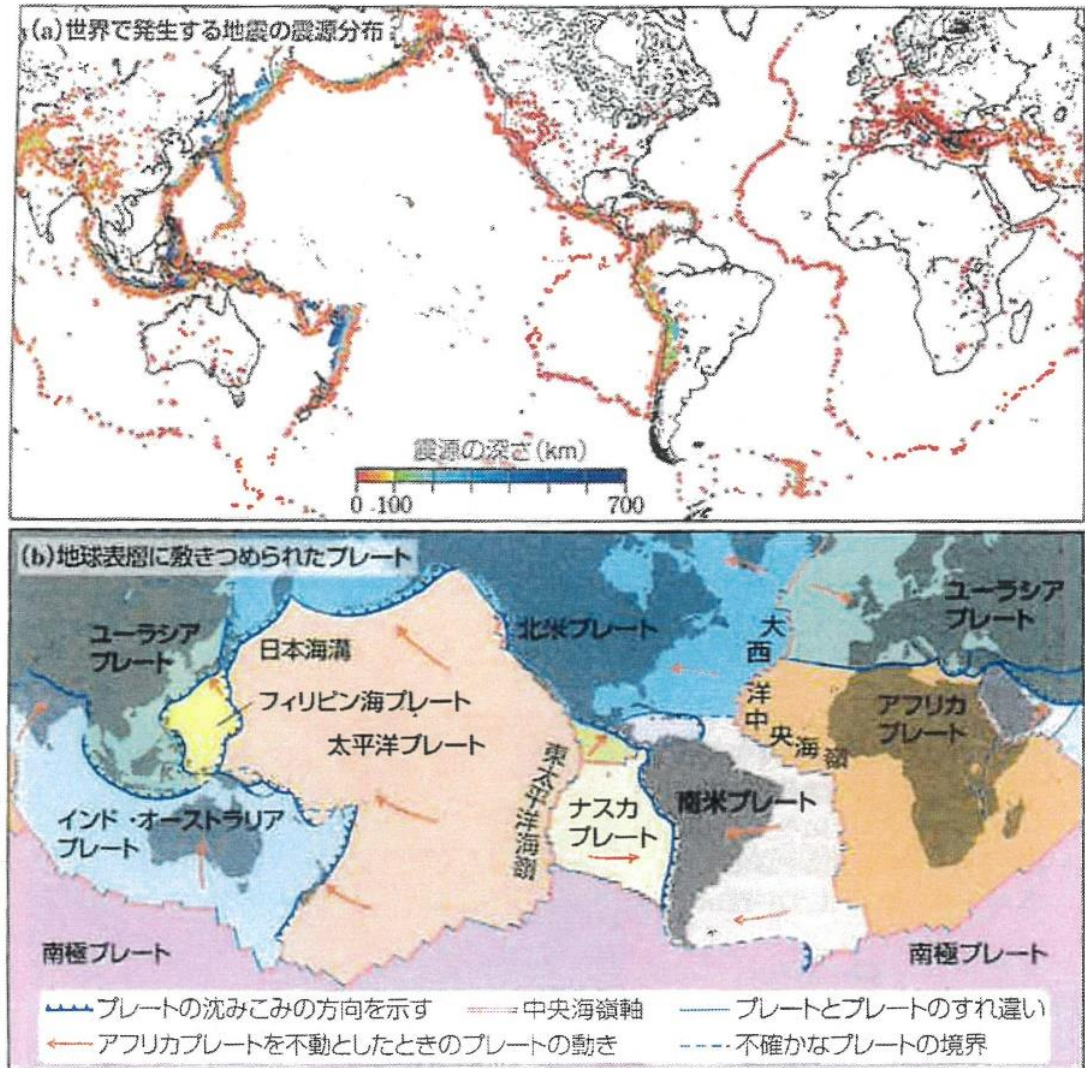


図 14 震源分布とプレートの運動 地震は、プレートの境界で多発している。

世界の活火山の分布

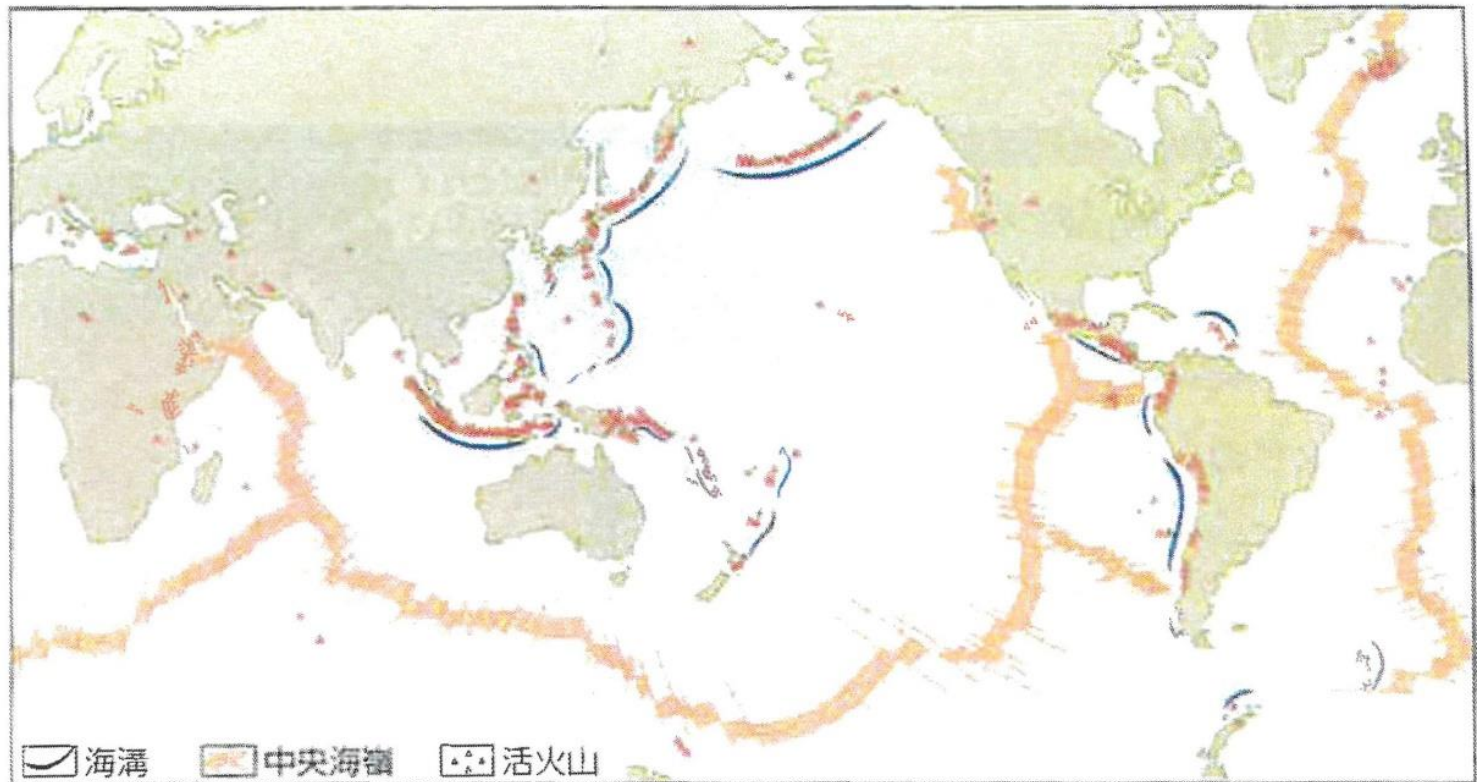


図 15 世界の活火山の分布 活動の活発な火山は、地震と同じように、おもにプレート拡大境界やプレート沈みこみ境界にその地域とホットスポット上（→ p.52）に分布している。

プレート境界・ホットスポット・ブルーム・火山フロント

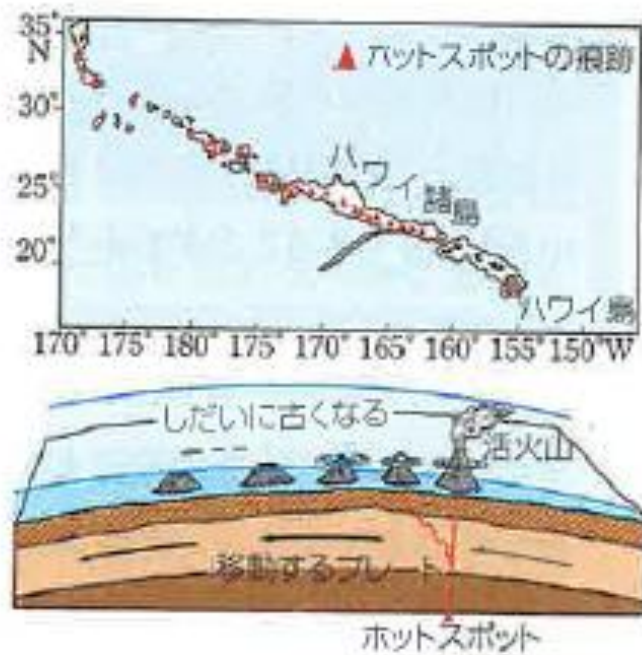


図 20 ホットスポット



図 21 プレート境界・ホットスポット・ブルーム・火山フロント

4 プレートテクトニクス理論は日本では欧米と比較して通説としての受容が10年遅れた

- ・プレートテクトニクス理論は、1970年ころには欧米では定説として受容された。
- ・1950年代に、古磁気学など地球物理学的な観測から、大陸が動いていることを示す証拠が見いだされるようになった。また、1960年代には潜水艦による海洋底の調査が進み、世界の海洋底の成立年代は、海嶺から海湾に向かって古くなっており、最も古いものでも2億年の古さであることがわかり、海洋底が拡大していることが証明された。
- ・ところが、日本の地質学会には、1960年代には、日本の山地の形成について、「地向斜造山論」という考え方が通説となっていた。簡単に言えば、「地向斜は地下でできた花崗岩の浮力によって独自に隆起して山脈を形成する」という考え方であった。
- ・しかし、それぞれの地点で発見される岩石の放射年代、また、付加体内から発見される古生物の化石による年代決定を「地向斜造山論」は説明することができず、1980年代に至り、ようやく日本の地質学会もプレートテクトニクス理論を科学的な事実として受容した。欧米と比較して10-20年の遅れが生じた。
- ・このプレートテクトニクス理論を用いて地震活動、火山活動、大陸・プレートの移動、付加体など多くの現象を統一的に説明することができるようになったのである。

5 プレート境界の型

- ・発散型

- ・収束型 沈み込み

衝突

- ・トランスフォーム型（ずれる境界）

明瞭な横ずれ断層

アメリカ西部のサンアンドレアス断層・トルコの北アナトリア断層などが有名

発散型境界

収束型沈み込み境界



図 11 ギャオ(アイスランド)
大西洋に位置する火山島アイスランドは、中央海嶺が海面上に姿を現した数少ない場所である。図の左側から北米プレートになる。

図 12 枕状溶岩(大西洋中央海嶺)
中央海嶺では、玄武岩質の流動性の高いマグマが、割れ目にそって大量に噴出し、海中に噴出すると急に冷えるため、枕を積み重ねたような構造となる。



図 13 サンアンドレアス断層(アメリカ)
太平洋プレートと北米プレートの境界のトランスフォーム断層である。断層は 1000 km 以上続く。

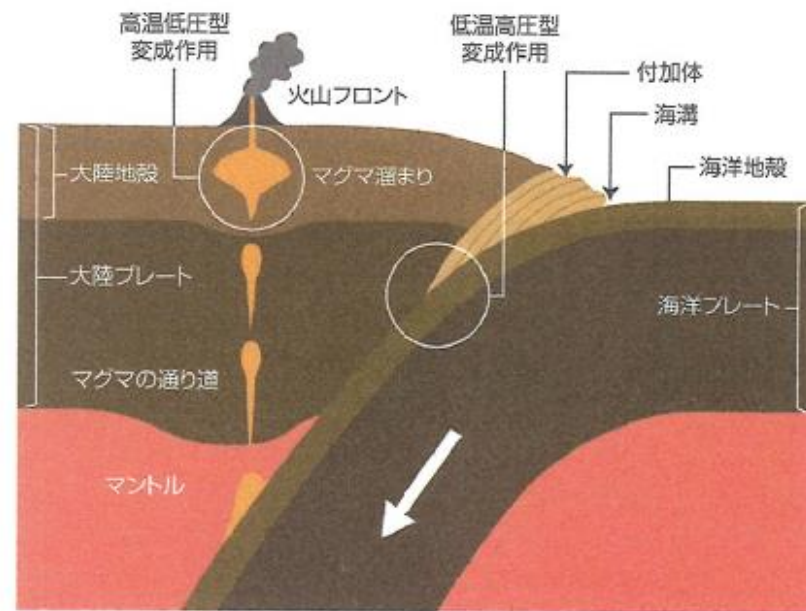


図 2.6 沈み込み帯で起こる 2 種類の広域変成作用

衝突型 エベレスト・伊豆半島

エベレストの誕生と 今も変化する標高

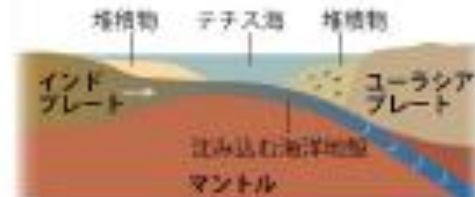


インドプレートは比較的高速で移動し、その後減速。ユーラシアプレートに衝突したためと考えられている。

ユーラシアプレート



衝突前、インドプレートの端にある海洋地殻がユーラシアプレートの下に沈み込み、海底の堆積物や岩石が積み重なっていった。



インドプレートがユーラシアプレートに衝突すると、海洋地殻より比重が低い大陸の岩石は沈み込まず、堆積物が圧縮、隆起し、山脈が形成された。



GUINA MARIQUEL, NOW STAFF
SOURCE: ALEX COPLEY, UNIVERSITY
OF TAMESWORTH

6 日本列島 付近のプレート 境界



図3 日本列島の主な火山および地震の震源域の分布

日本付近のプレートと 弧＝海溝系の分布



日本周辺の プレートの年齢

日本付近の太平洋プレート
は一億年以上経過して、
海のプレートとしてはかなり
冷えたものである

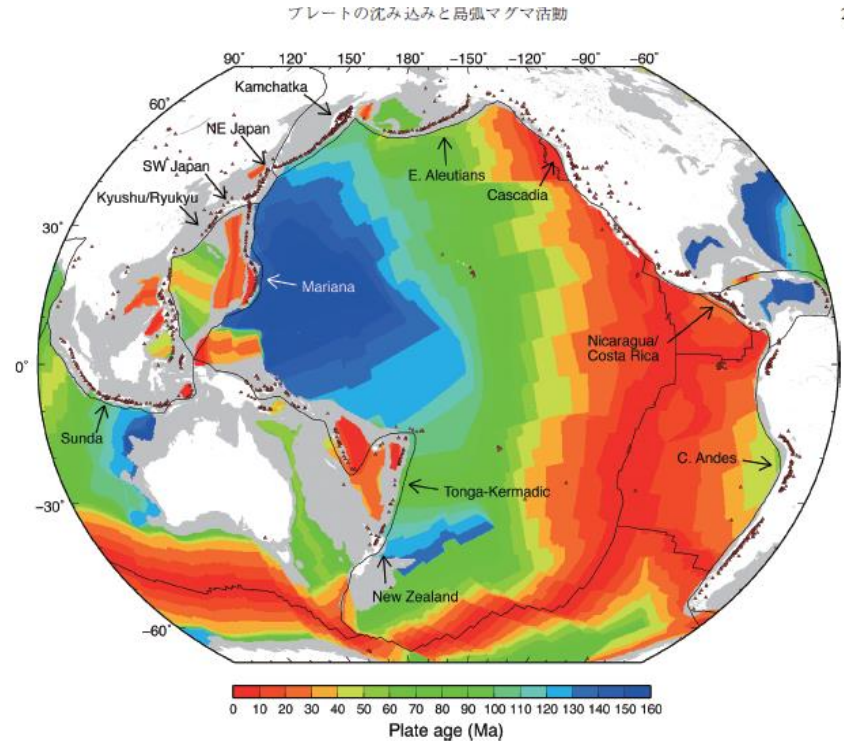


Fig. 1. Age-area distribution of the ocean floor (Müller *et al.*, 2008). Continental margins are light gray, and continents are white. Black lines denote plate boundaries and red triangles are volcanoes. Subduction zones described in the text are shown by arrows with names.

7 付加体とは

- ・海洋プレートが海溝で大陸プレートの下に沈み込む際に、海洋プレートの上の堆積物がはぎ取られ、陸側に付加したものをいう。
- ・付加体という概念は、日本では1976年に九州大学の勘米良亀齡が南九州の四万十層を調査して、その構造を付加体と名付けた。欧米でもほとんど同時期にオックスフォード大学の W. Stuart McKerrow らがスコットランド地方の複雑な地質を調査して1977年に付加体構造に関する論文を発表した。
- ・この概念によって日本列島を形成する海洋起源の堆積岩や変成岩について、系統的な説明ができるようになったのである。

第2 地球誕生から生命誕生までの歴史

表1 地質時代とその長さ

(INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART (UGS 2012) より)

年代	代	紀(世)	年代	紀の期間	代の期間	生物界
			年前	年	年	
		第 四 紀	完新世 更新世	1 万 260 万		
		新 第 三 紀	鮮新世 中新世 漸新世	530 万 2300 万 3390 万	2040 万	被子植 物時代
		古 第 三 紀	始新世 晩新世	3390 万 5600 万	4300 万	哺乳類 時代
			6600 万			
		白 垩 紀	1 億 4500 万	7900 万		
		ジ ュ ラ 紀	2 億 100 万	5600 万	1 億 8600 万	裸子植 物時代
		三 疊 紀 (トリアス紀)	2 億 5200 万	5100 万		
			2 億 5200 万	4700 万		単弓類時代
		ペ ル ム 紀	2 億 9900 万	6000 万		
		石 炭 紀	3 億 5900 万	6000 万		シダ種子 植物時代 *1)
		デ ボ ン 紀	4 億 1900 万	6000 万	2 億 8900 万	魚 類 時代
		シ ル ル 紀	4 億 4300 万	2400 万		
		オ ル ド ビ ス 紀	4 億 8500 万	4200 万		藻類・ 菌類 時代 *1)
		カ ン ブ リ ア 紀	4 億 8500 万	5600 万		無脊椎動 物時代
			5 億 4100 万			
		原 生 代		約 20 億		(真核生物時代)
		始 生 代 (太 古 代)	25 億			(原核生物時代)
			40 億			
		冥 王 代	46 億			(無生物時代)
				約 15 億		
				約 6 億		

*1) シダ種子植物とは、シダのような葉と種子をもつ裸子植物である。藻類は、光合成をして酸素を発生する生物のうち、コケ植物、シダ植物、種子植物を除いたものである。

第3 生命の歴史と 日本列島の成り立ち

1 日本列島のもととは生物の大爆発とともに誕生した

- ・日本列島のもととなる、最初の付加体が生成されたのは、約6億年前と考えられている。生物の爆発的進化が始まった時期に「将来日本列島が形成される大陸縁」は、ロディニア超大陸の分裂によって新たに形成された海洋底と分離した南中国地塊との間にあった。
- ・遅くとも、5億年前には、すでにプレートの沈み込みによる火成作用、沈み込み帯深部における変成作用が始まっていたと考えられている。
- ・日本で発見される最古の化石は古生代オルドビス紀中期から後期(4.72億から4.39年前)のもので、岐阜県高山市奥飛騨温泉郷岩坪谷で発見されたものである。

地球の歴史 に5回起きた 大量絶滅

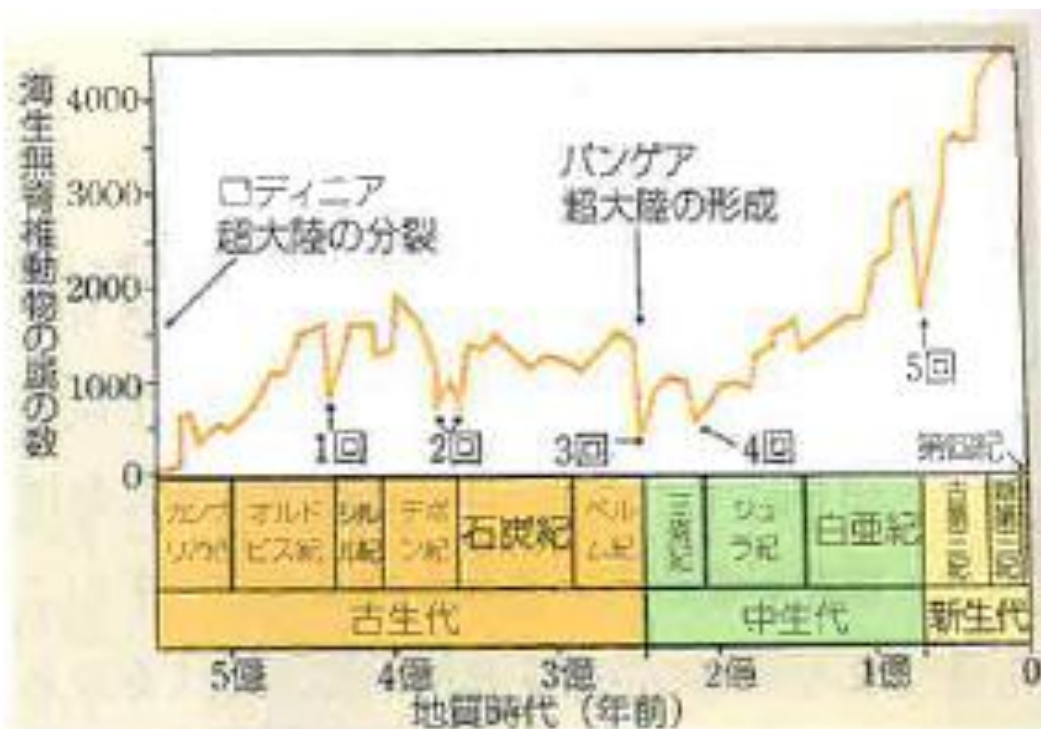


図2 5回の大量絶滅

生物を分類するときの最小の単位を種(しゅ)といい、共通の特徴をもった種を集めて一つの属(ぞく)とよぶ。ここでは、海や海辺にすんでいる無脊椎(むせきつい)動物の属の数をグラフで表した。

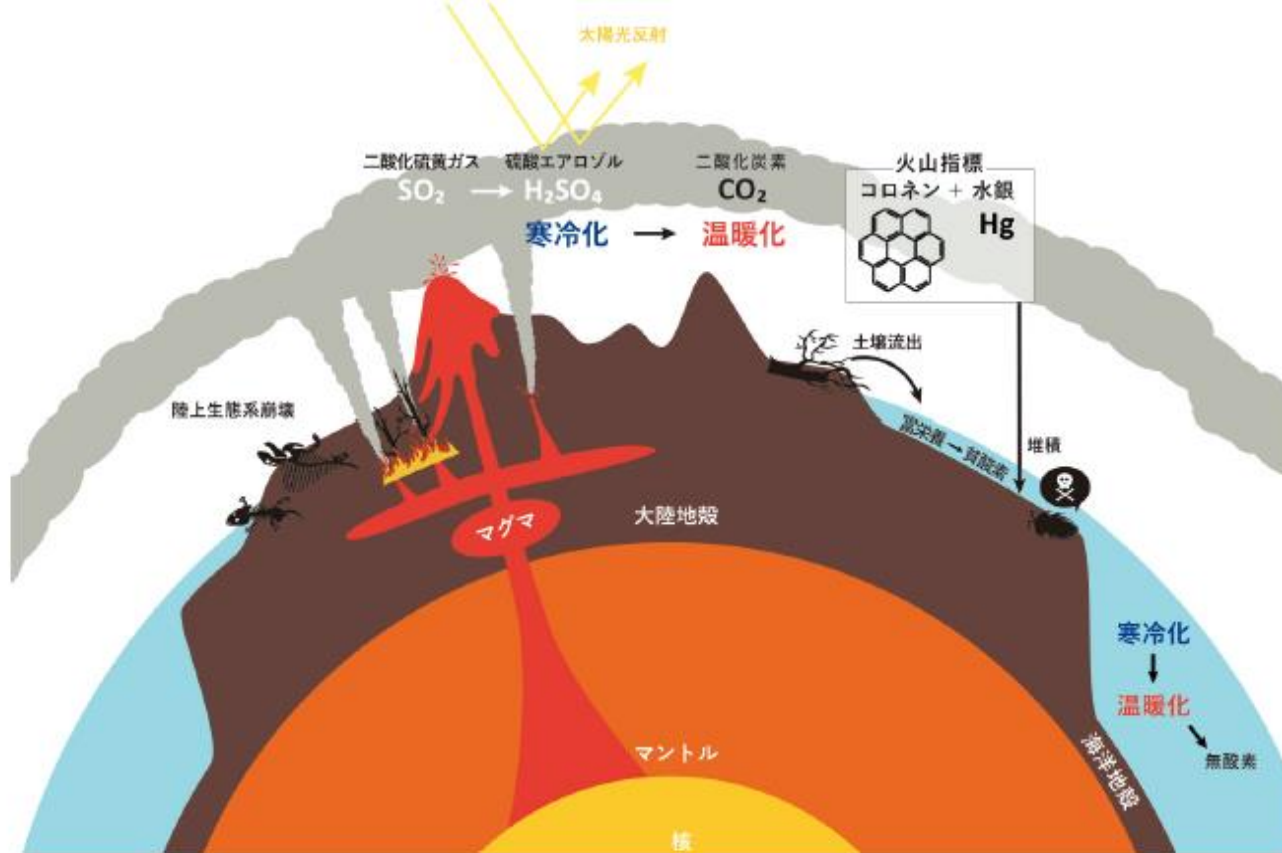
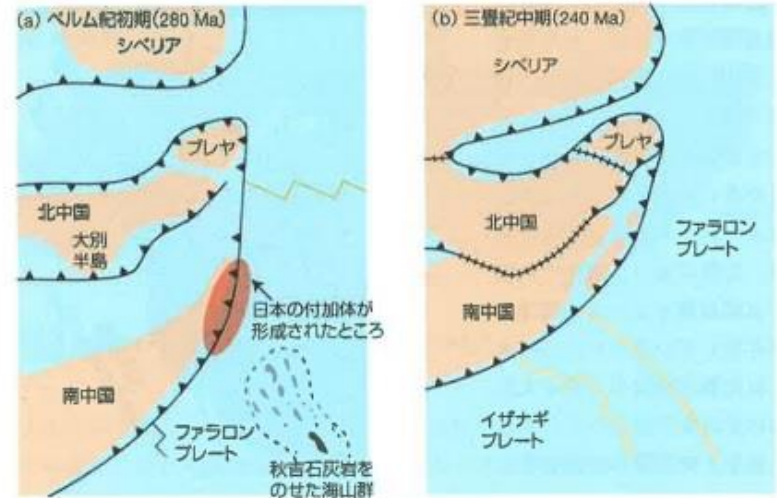


図1：ペルム紀末大量絶滅の原因 (©Kunio Kaiho)

2.5億年前ペルム紀末の第3回大絶滅では火山性マグマの大量の噴出が引き起こした寒冷化と温暖化によって種の9割が絶滅した

2 2.3億年前の 大事件 南中国地 塊と北中国地塊と の衝突

ペルム紀末の地球
の歴史上最悪の生
物大絶滅の少し後、
2.3億年前に将来
日本列島となる付
加体を含む南中国
地塊は北中国地塊
と衝突した



(c) 西南日本内帯の模式断面図

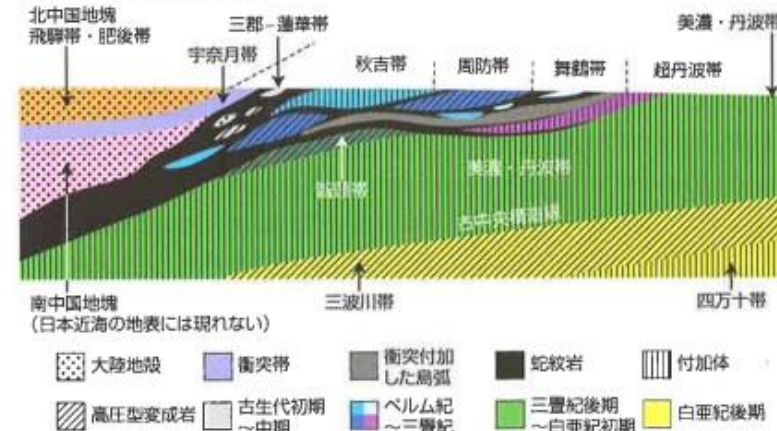


図 6.5 南北中国の衝突と西南日本内帯の地質帯 (磯崎ほか, 2010 にもとづく)

- ・北中国・南中国地塊が衝突したため、その間の海にたまっていた堆積物は上盤側の北中国地塊成分とともに隆起し、ヒマラヤ山脈のような大山脈を形成したと考えられる。
- ・インド地塊がユーラシア大陸に衝突し、世界最高峰を含むヒマラヤ山脈が形成されつつあるのと同様な状況が生まれていたと考えられる。



ジュラ紀前期 (180 Ma ごろ) の東アジア地域 (磯崎ほか, 2011 にもとづく)



図 6.10 西太平洋のジュラ紀付加体

- ・ジュラ紀に形成された付加体が見つかる地域を、現在の地図にプロットすると、甲D368 136頁 図6.10に示す通りである。
- ・この時期のプレートの沈み込み帯が、極めて大規模なものであったことが見て取れる。

3 白亜紀末の大事件 小惑星の衝突

・約6600万年前には小惑星の地球衝突が起き、地球の気候寒冷化により、恐竜の絶滅を含む大量の生命種が絶滅したと考えられている(中生代白亜紀末・KT境界、最近はK-Pg境界と呼ばれる)。

・現在の想定では、直径10kmほどの天体(隕石)が浅い海(メキシコ湾ユカタン半島付近と想定されている)に 猛烈なスピードで落下した。衝突・爆発によって大津波や大火災が起きただけでなく、大気中に巻き上げられた粉塵やエアロゾルが日射に大きな影響を与えた。太陽光が長期間さえぎられ、地表の寒冷化が起こった。

・爆発で散乱した岩石物質などによって酸性雨が発生した。植物は光合成ができなくなり、食料不足から草食動物が消え、そして肉食動物も絶滅していった。この絶滅境界を境に爬虫類が栄えた中生代が終わり、哺乳類が栄える新生代に変わった。

4 4700万年前から、背弧域の活動が開始した

- ・背弧域での活動は、日本海形成以前から始まっていた。その原因としては、約47Maの太平洋プレートの運動方向の変化(ハワイ・天皇海山列の折れ曲がり)により、沈み込みの方向が変化した影響が大きいといわれている。
- ・東北日本では、同時期の堆積岩は前弧堆積物として堆積しており、やはり主要な炭田(石狩、久慈、常磐)のもととなった。
- ・花筒岩の分布から推定される当時の火山フロントは、西南日本では山陰から北陸地方にあり、太平洋プレートの沈み込みによるものであった。東北日本では、当時の花筒岩は見られないが後のグリーンタフに覆われたのではないかと想定されている(甲D368 146頁)。

(a) 大陸の縁に湖ができて……



(b) 海とつながり、多島海に



図7.4 日本海のできはじめ

5 背弧域が拡大し、日本海が作られ始める

- ・日本海は約30 Maから15Maまで続いた背弧拡大によって形成された。その際に、朝鮮半島からロシア沿海州付近に形成されていた付加体が大陸から引きはがされたのである。
- ・大陸からはがされた部分が後の日本列島となり、新しくできた海が日本海となったのである。
- ・本格的な背弧拡大のはじまりは、約30Maに大陸縁上に海溝とほぼ平行な断裂として現れた。当初は細長い盆地のような地形であったが、そのうち河川水の流入などにより水がたまり、淡水の湖になったと考えられる。

6 急速な回転(18 Ma~16Ma)

とくに、18Maごろから回転運動が活発となり、最も「回転軸」から離れた場所で600kmほど移動し、16Maごろには日本海は現在と同じ大きさになっていたと考えられている。そして、この「観音開き」が開き終わったとき、西南日本と東北日本の間には「扉の聞き目」が存在していた

- ・この急速な回転の時期、東北日本は沈降し、その多くが海の底であった。
- ・太平洋プレートの収束境界の後退により、日本全体が東西に引っ張られていたためと想定されている。



図7.5 日本海ができたころ (約 15 Ma)

7 フォッサマグナとは何か

フォッサマグナ（Fossa magna）はラテン語で「大きな溝」のことである。日本における主要な地溝帯の一つで、別々に中国大陸南部地塊から引きはがされた東北日本と西南日本の境目となる地帯のことである。



図 7.6 フォッサマグナの位置と名称

- ・本州中央部、中部地方から関東地方にかけての地域を縦断する幅数百キロメートルに及ぶ地帯をこのように呼ぶ。

- ・フォッサマグナの西縁は糸魚川静岡構造線であることは明確であるが、東縁についてはいくつかの見解が唱えられている。

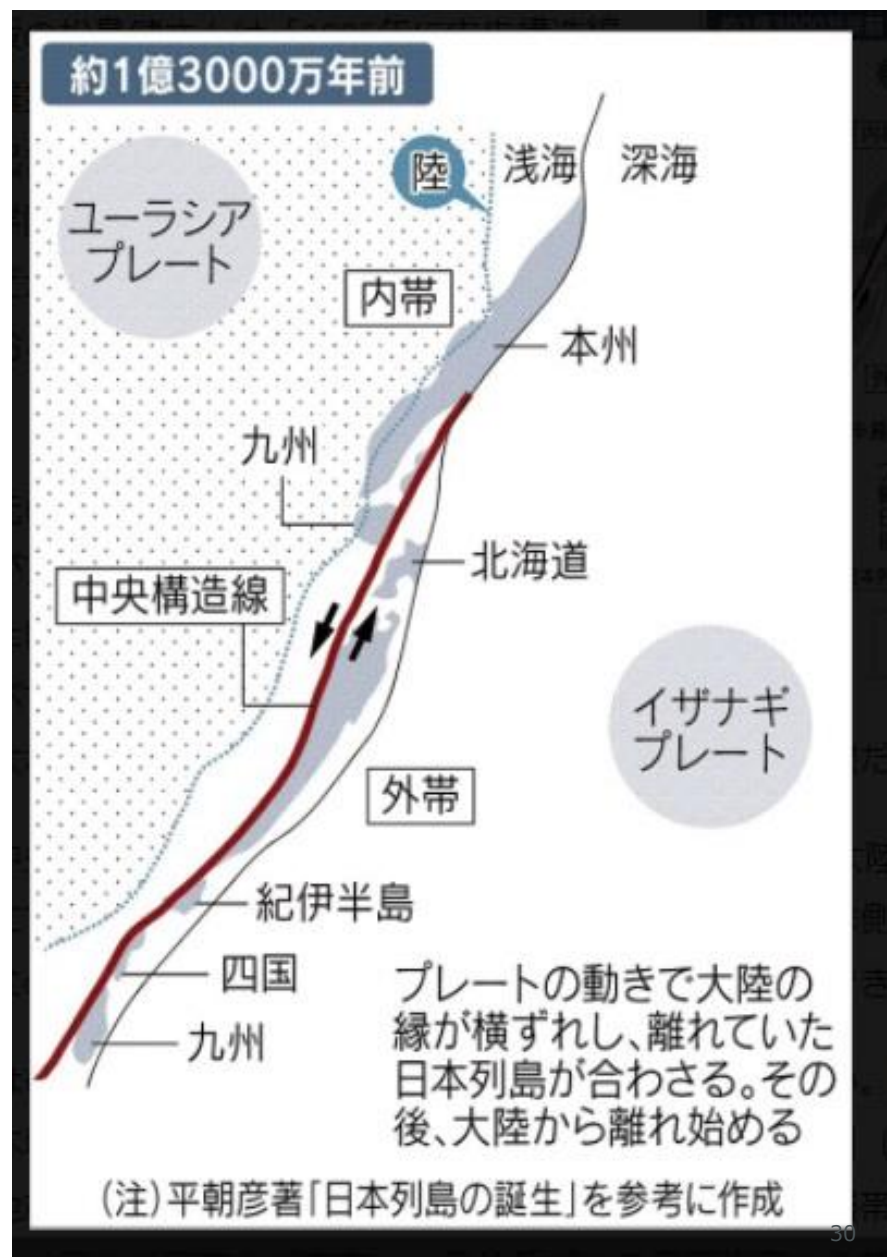
- ・フォッサマグナはしばしば糸魚川静岡構造線そのものと混同されるが、両者は別の概念である。フォッサマグナが広がりを持つのに対し、糸魚川静岡構造線はフォッサマグナの西端の境界を成す構造線なのである。

8 中央構造線とは何か

中央構造線は一億年前から活動してきた大陸プレート内の古傷である
中央構造線は、全長1000キロメートル以上に及ぶ構造線である。この構造線はプレートの境界ではない。大陸プレート内にできた裂けめであった。



- ・中央構造線の元になった断層は、今から1億年以上前、日本列島が南中国地塊の一部だったところに誕生した。
- ・白亜紀に、海洋プレートが運んできた陸地が大陸にぶつかり、その後、大陸の端が大きく横ずれして巨大な断層ができたと考えられている。
- ・この時点での断層の方向は南南西から北北東に向かう方向性であった(旧中央構造線)。



旧中央構造線と新中央構造線

- ・日本列島は、中央構造線の一部を含んだ形で、2500万年くらい前に大陸から引きはがされた。海底にできた裂け目が広がり、日本海ができたことで、日本列島は太平洋側へと押し出された。
- ・この過程でさらに断層がずれ、また、はがされた地塊によって現在の日本列島の形ができた。
- ・そして、フィリピン海プレートが約300万年前に北方向から北西方向へと方向転換をしたことから、この中央構造線部分にひずみが集中し、その周辺に新たな活断層帯が産み出された(これを新中央構造線と呼ぶ)。
- ・新中央構造線と旧中央構造線はほぼ重なり合う位置にあるが、場所によっては少しずれている場合もある。

政府の地震調査研究推進本部 中央構造線の全区間が同時活動する可能性はある

- ・政府の地震調査研究推進本部は、2017年「中央構造線断層帯については、近畿地方から四国西部までの360kmを貫くとされていた範囲を見直し、九州東部までの444kmと認定した。全体が同時に活動すればM 8級の地震となる恐れもあった。
- ・中央構造線断層帯は全国の活断層のなかでも地震を起こす間隔が短いことで知られ、大阪府・奈良県境付近から四国を東西に貫き、四国電力伊方原発のある愛媛県西部までにわたるとされてきた。
- ・地震調査研究推進本部は最新の研究にもとづき、大分県の別府湾や由布市周辺の活断層も中央構造線断層帯の一部と判断できると新たに認定した。
- ・断層帯は10区間に分けられ、確率は不明だが、隣接する区間同士や全区間が同時に活動する恐れもあるとしている。

2008年5月12日中国の四川省に大きな被害をもたらした四川大地震は、龍山断層帯という古傷断層が280キロにわたり、一気に活動したものである

- ・四川盆地の北西部を走る龍山（ロンシャン）断層帯は1000万年以上前から活動が見られず、年間の活動も一ミリ程度しかなく、従来は既に活動を停止した「古い断層帯」だと見られていた。
- ・しかし、この断層帯のうち、約280kmが活動して発生した四川大地震は、専門家の予想を大きく裏切って巨大地震となり、マグニチュードは7.9を記録し、プレート内で起こる直下型地震としては最大規模となった。
- ・この地域も、インドプレートがユーラシアプレートと衝突し、強力な圧縮応力場に置かれていた。強固な岩盤を伝わって地震波がほとんど減衰せず、地球の表面を2周したと言われている。この地震での犠牲者数は8万7000人以上にのぼった。

9 東北日本の隆起は、比較的最近の出来事である

・東北日本弧のテクトニクスについても、高精度年代決定により年代精度を上げた結果、多段階の発達史を遂げたことが明らかになってきている。特に、熱的沈降で説明されてきた背弧域の12 Ma 頃の女川層堆積盆の沈降が、圧縮場の下で生じた変動であり、奥羽山脈の隆起と同時に進行していたことと、その隆起テクトニクスにより、日本海に半閉鎖的な環境が初めて出現し、還元的な海底環境と女川層・寺泊層の石油根源岩の堆積を生んだことが、最近25年程度の間にも明らかになった。

・それ以降も東北日本弧では、9–6.5 Ma の広域沈降期を挟んで、6.5Ma からの盆地反転・圧縮期、そして第四紀には強圧縮期と段階的な圧縮場の強化が生じたが、その中でもより短周期（–1 m.y.）の圧縮が強化された時期と弛緩した時期が繰り返されていた可能性があると考えられている。

・東北地方の奥羽山脈の隆起などは、きわめて新しい構造であることがわかる。この点は、下北半島の東方沖合の海底断層、下北半島北方の津軽海峡に東西に走る海底断層の活動性を考えるうえで重要な前提事実である。

10 フィリピン海 プレートの先端 伊豆半島と日本 列島の衝突

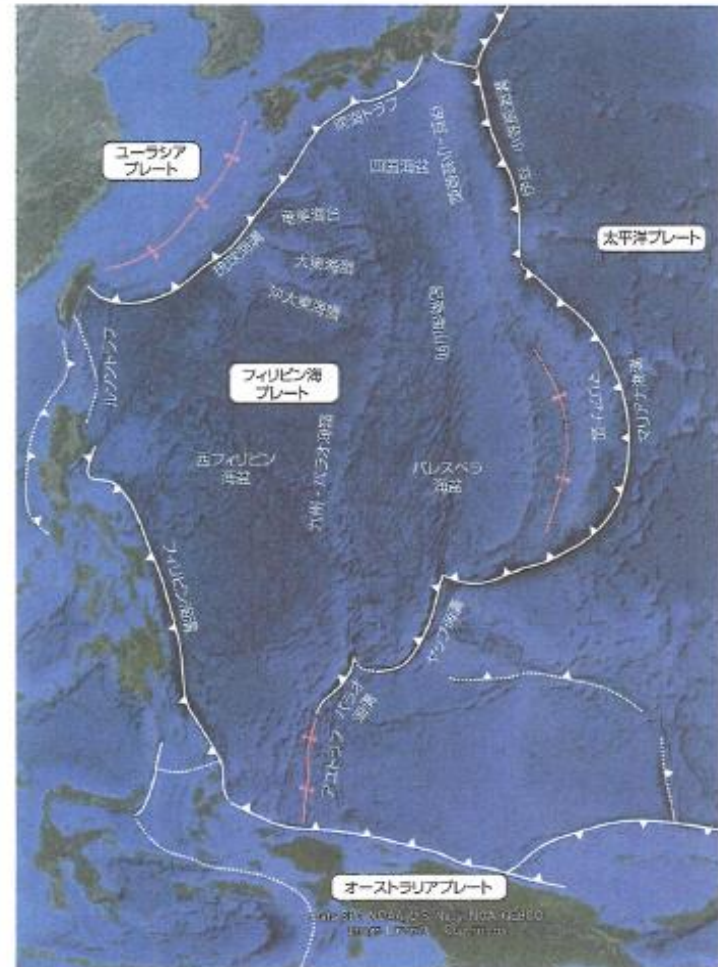


図 9.1 フィリピン海プレートの海底地形

・太平洋プレートの沈み込みにより、海溝と並行するようにフィリピン海プレート上に火山弧が形成され、一時期その火山弧の背弧が拡大した(四国海盆)。それが収まると、フィリピン海―太平洋プレート境界はほぼ現在の位置に落ち着いた。

・すると、フィリピン海プレート上に形成された火山弧の火山島がプレートの移動に乗って、次々と日本列島に衝突し、その下にめり込んでいった。

・15Ma以降、大きな衝突は4回あり、櫛形山地塊、御坂地塊、丹沢地塊、そして伊豆地塊(現在の伊豆半島)が、それぞれ衝突している

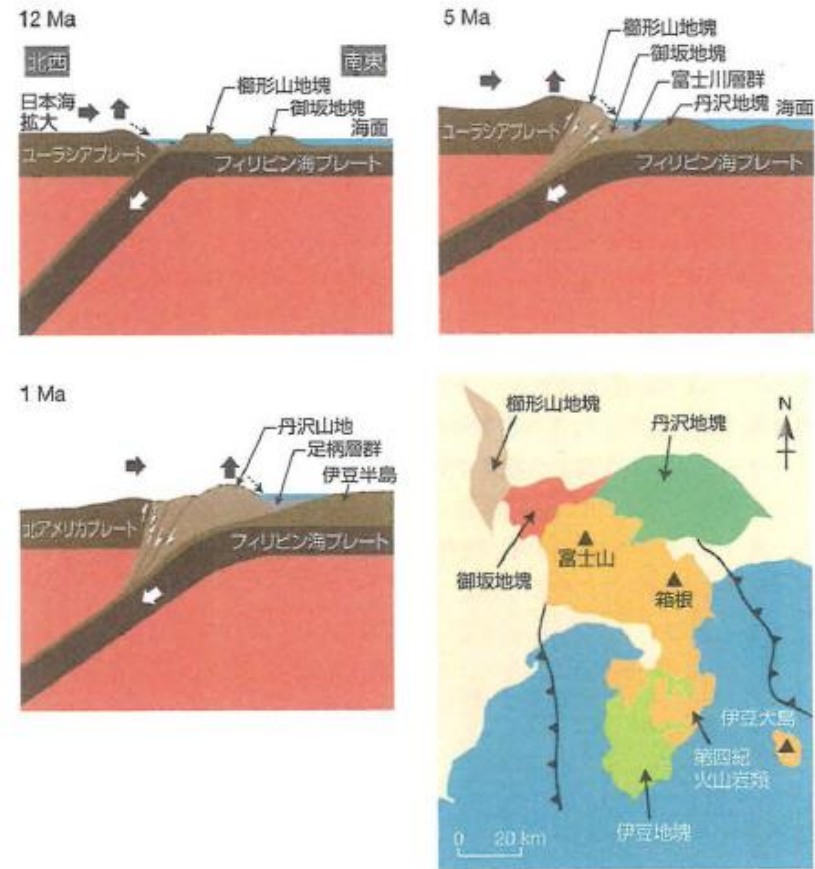


図 8.6 伊豆－小笠原弧の衝突 (12 Ma ～現在) (天野ほか, 2007 にもとづく)

フィリピン海プレートの方 向転換

- ・3Maに起こったフィリピン海プレートの北寄りから西寄りへの運動方向の方向転換は、次の図のような機序で起きたものと考えられている。
- ・そして、この方向転換は、現在の日本列島にも甚大な影響を与え続けている。

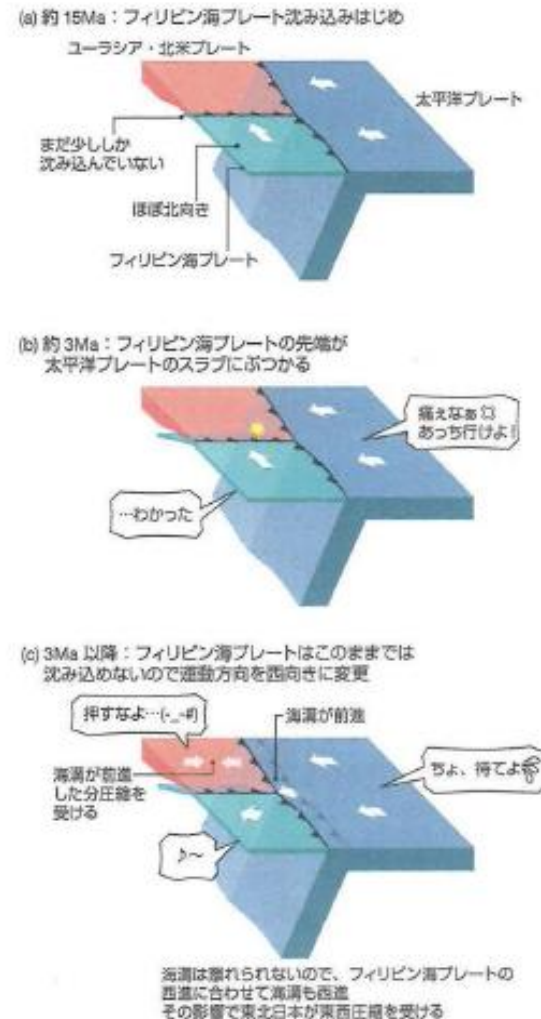


図 9.2 太平洋プレートとフィリピン海プレートの関係の模式図

日本列島に大きな影響を与えている方向転換

- ・現在の日本列島の地形には、この方向転換の影響を色濃く反映している。
- ・南海トラフでの斜め沈み込みは新中央構造線をつくった。
- ・その運動は瀬戸内海をはじめとする西南日本の地形をつくった。
- ・そして、太平洋プレートの収束境界(日本海溝)の前進による東西圧縮は東北日本を陸化し、日本アルプスをつくり上げた。現在の日本列島の姿は、このフィリピン海プレートの方向転換によって仕上げられたといえる。

第4 日本列島の未来 2.5億年後には超大陸アメイジアが誕生



図 61 2.5 億年後の超大陸アメイジア

フィリピン海プレートと太平洋プレートは日本列島の下に沈み込みを続けている。フィリピン海プレートの南にはオーストラリアプレートがあり、どちらも北上を続けている。そこで、将来にはフィリピン海プレートはユーラシアプレートの下に沈み込み、消滅する。

オーストラリアプレートがフィリピンやインドネシアの諸島を挟み込んで、日本列島に衝突する。オーストラリアが、背後にアジア大陸がある日本列島に衝突するとアルプス型の造山運動が起こる。

北アメリカも日本に向かって進んでいる。そのため、やがて、太平洋がなくなり、北アメリカ大陸が日本列島に衝突する。

第5 地球歴史と日本列島の成り立ちから 日本国民が学ぶべきこと

1 日本列島は世界有数の地震集中地帯である

日本列島は世界にもまれな4つのプレートがせめぎ合い、3種類のプレートの沈み込みと、プレートの衝突が同時に起きている。世界の地震活動の約1割が日本の国土と周辺海域で起きている。このような場所で、原子力発電を安全に実施することはほとんど不可能である。

2 日本列島と近海は世界有数の火山集中地帯である

また、太平洋プレートの北アメリカプレートへの沈み込み帯、太平洋プレートのフィリピン海プレートへの沈み込み帯、フィリピン海プレートのユーラシアプレートへの沈み込み帯に沿って、火山フロントが形成されている。世界の火山活動の約1割が、日本列島と近海で起きている。このような、場所で原子力発電を安全に実施することはほとんど不可能である。

3 日本列島を構成する岩石のほとんどが付加体である

- ・また、日本列島の地盤は複雑な付加体の集積・積み重なりによって形成されており、世界に類例を見ない複雑な地質構造となっている。
- ・日本列島には億年単位で安定した岩盤、地層は存在しない。
- ・つまり、百万年単位で安定した、放射性廃棄物を安全に保管できる地盤を見つけることは、極めて困難である。

4 下北半島の東方沖断層は日本海の拡大期にできた地層の古傷があり、300万年前以降の比較的新しい時代に、東西圧縮の応力場の中でこの古傷断層が再活動したものである

- ・本件でその活動性が争点とされている、下北半島の東方沖海底断層は、日本海の拡大期にできた地層の古傷があり、300万年前以降の比較的新しい時代に、東西圧縮の応力場の中で再活動したものと考えられるとする池田安隆教授の見立てについては、原告らは規制委員会の規制審査判断を踏まえ、今回新たに準備書面189を提出した。
- ・この池田氏の見解は、この準備書面である述べてきた日本列島の成り立ちの歴史に正確に符合するものであり、規制委員会もこの断層の一部の活動性は認めているのであるから、中央構造線や龍山断層帯の例を見てもわかるように、この古傷断層が100キロにわたって同時に活動する可能性は十分ありうる。
- ・池田氏の見解には強い信用性が認められることを裁判所に強く訴えたい。