

平成5年（行ウ）第4号再処理事業指定処分取消請求事件

原告 大下由宮子 外157名

被告 原子力規制委員会

令和3年（行ウ）第1号六ヶ所再処理事業所再処理事業変更許可処分取消請求事件

原告 山田 清彦 外105名

被告 国

準 備 書 面（188）

-地球学の基礎と日本列島の成り立ち-

2022年（令和4年）3月4日

青森地方裁判所 民事部 御中

原告ら訴訟代理人

弁 護 士 浅 石 紘 爾

弁 護 士 内 藤 隆

弁 護 士 海 渡 雄 一

弁 護 士 伊 東 良 徳

弁 護 士 中 野 宏 典

内容

第1	プレートテクトニクスの基本	4
1	本準備書面の作成意図と本件審理についての意義	4
2	日本列島の現在の姿	5
3	地球の表面を覆っているプレート	6
4	プレートテクトニクス理論の唱道と通説としての受容の過程	10
5	プレート境界の型	11
6	日本列島付近のプレート境界	15
7	付加体とは	17
第2	地球誕生から生命誕生までの歴史(甲 D370 220-251 頁)	18
1	はじめに	18
2	地球の誕生	18
3	生命の誕生と進化の始まり	20
4	カンブリア爆発と顕生代の始まり	21
第3	生命の歴史と日本列島の成り立ち	22
1	日本列島のもとには生物の大爆発とともに誕生した	22
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	25
3	白亜紀末の大事件 小惑星の衝突	28
4	4700 万年前から、背弧域の活動が開始した	28
5	背弧域が拡大し、日本海が作られ始める	29
6	急速な回転(18 Ma~16Ma)	31
7	フォッサマグナとは何か	31
8	中央構造線とは何か	32
9	東北日本の隆起は、比較的最近の出来事である	36
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	36
第4	日本列島の未来	40
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	41
1	日本列島は世界有数の地震集中地帯である	41
2	日本列島と近海は世界有数の火山集中地帯である	41

3	日本列島を構成する岩石のほとんどが付加体である	41
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であり、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である	41

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ついての意義

(1)地学分野の顕著な科学の進展と低い履修状況

地学すなわち地球学は、現代社会の重要な社会問題を考察するうえで、必要不可欠な科学知識である。しかし、地学の知識が日本人の全体に共有されているとは到底いえない。その理由はいくつかある。

その一つは、地学の発展が目覚ましく、多くの日本人がうけた学校教育は時代遅れになっていることである。私(代理人弁護士海渡)は、中学高校時代は地学部に所属し、1960年代の後半の地学の最先端の知識を学んだが、その知識の大半は現在では時代遅れなものとなり、役立たない。また、高校教育の中で地学が必修でなく、また多くの学生が理科の中では物理・化学・生物を選択し、地学を選択するものは極わずかである。

したがって、プレートテクトニクス理論が受容された以降の現代的な地球学の知識を、高校レベルで習得している者は、20-30代の若い世代の中で、地学を選択したものに限られる。平成25年度の入学者についての文科省の調査によれば、地学基礎の選択率は26.9%、理系進学者用に応用地学の選択率は0.8%となっており、理科系に進む学生の中でも、地学選択率は極めて低率となっている。

つまり、全国民の中で、地学の基礎知識を有する者は数%、ある程度進んだ知識を有する者は1%を切るという状況となっている。

(2)日本列島は大地動乱の時代に突入しており、地学知識は市民にとって必須のものとなっている

他方、戦後、1995年の兵庫県南部地震が起きるまでの時期は、日本の歴史において稀に見る地震・火山活動の静穏期であった。原発や石油コンビナート、大規模なビルなども地震の影響を考慮することなく建てられた。建築物の耐震設計は飛躍的に強化され、既存の建築物に対しても、耐震性の強化、あるいは取り壊しが指導された。赤坂プリンスホテルが取り壊されたのは、記憶に新しい。

ところが、日本列島は東日本太平洋沖地震以降、あきらかに地震・火山活動の激発する大地動乱の時代に突入した。今後は日本近海でのマグニチュード9クラスの

プレート間地震が連続するはずである。大規模な地震と火山活動が連動することもまた、歴史の教えるところである。

(3)本準備書面の目的

本準備書面は、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)を整理し、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、とりわけ、原告が本日提出した準備書面(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ようとしたものである。

2 日本列島の現在の姿

海底を含めた日本周辺の地形図を見てみると、海の深い溝(海溝)に沿うように日本列島が存在することがわかる(甲D368 3頁 図0.2)。



図0.2 日本列島付近の海底地形図

太平洋プレートの沈み込みに伴う海溝は、屈曲部を境にそれぞれ千島海溝、日本海溝、伊豆・小笠原海溝と名づけられている。水深は大部分で7000m以上あり、最も深いところでは9780mに達する。伊豆・小笠原諸島の西側の海も「太平洋」であるが、プレートの名前はフィリピン海プレートである。このプレートは太平洋プレートにくらべると若いので、沈み込みの角度が浅く、そのため「海溝」の深さも4000m前後とあまり深くない。そこで、海底のくぼみを意味するトラフをつけて南海トラフと呼ばれている。宮崎沖の屈曲から南は琉球海溝と名づけられ、最深部は7000mを超える。

南西諸島の北西側(東シナ海)には若干のくぼみが見られ、沖縄トラフと呼ばれている。南海トラフとは異なり、これは島弧が大陸から離れる背弧拡大によってできた背弧海盆である。このため、南西諸島は日本海を背負う西南日本とは別個の島弧(琉球弧)であるとされている。

このように、日本列島は北から千島弧、東北日本、西南日本、伊豆一小笠原弧、そして琉球弧の5つの島弧の寄せ集めであるということとなる。

現在の日本列島にある山は、地質学的には最近できたものばかりである。

山の高さとしては、火山である富士山が最も高く3776mある。しかし、火山で2番目(山全体では14番目)に高い御掛山や3番目(同19番目)の乗鞍岳が3000mであることを考えると、富士山の高さは、火山としては例外的に高い。

一方、日本アルプスには3000m級の峰々が連なり、まさに「日本の屋根」となっている。日本アルプスは、日本列島自体が東西方向に圧縮されることによってできた「しわ」といえる。6000m級のアルプスや8000m級のヒマラヤに比べると低い、海溝からの高低差を考慮すれば「大山脈」である。

本準備書面の目的は、このような姿の日本列島が、どのような地球活動の結果形成されてきたのかを、時間的経過を追って解き明かすことにある。

3 地球の表面を覆っているプレート

(1)地球の内部構造

地球は、半径約6,400 kmであるが、その内部構造は外から順に次のようになっている。

- 深さ約 5 – 40 kmまで：地殻
- 深さ約 670 kmまで：上部マントル
 - ・ 最上層、低速度層（アセノスフェア、岩流圏）、遷移層
- 深さ約 2,900 kmまで：下部マントル・メソスフェア（固い岩石の層）
- 深さ約 5,100 kmまで：外核（外部コア）
- 中心：内核（内部コア）

地殻とマントルは岩石で構成されている。核は金属である。

(2)地殻とマントル上部で構成されるリソスフェア

マントルを構成する岩石は、地震波に対しては固体として振舞うが、長い時間単位で見れば流動性を持っている。その流動性は、深さによって変化し、上部マントルの最上部（深さ約 100 kmまで）は固くてほとんど流れず、約 100 – 400 kmまでの間は比較的流動性がある。地殻と上部マントルの上端部の固い部分を合わせてリソスフェア（岩石圏）と呼び、その下の流動性のある部分をアセノスフェア（岩流圏）と呼んで分類している。この厚さ約 100 kmの固いリソスフェアが地表を覆っている。そして、リソスフェアはいくつかのプレートという巨大な板に分かれている。

(3)大陸型プレートと海洋型プレート

地球表面を覆うプレートには 2 種類のプレート群からなっている。

地球表面は、大陸と大陸棚からなる高度 1,500m - 深度 500m の部分と、深度 2,000 - 6,000m の海洋底と呼ばれる部分が多く、その中間である深度 500 - 2,000m の海底は少ない。前者が大陸型プレート、後者が海洋型プレートである。プレートはそれぞれ固有の方向へ年に数 cm 程度の速さで動いている。

大型のプレートとしては、ユーラシア大陸主要部や西日本などを含むユーラシアプレート、北アメリカ大陸やグリーンランド、東日本などの北アメリカプレート、太平洋底の大部分を占める太平洋プレート、インドとオーストラリア大陸を乗せたインド・オーストラリアプレート、アフリカ大陸を中心とするアフリカプレート、南アメリカ大陸を乗せた南アメリカプレート、南極大陸と周辺海域を含む南極プレートがある。

大型のプレート以外に、アラビア半島のアラビアプレートやアメリカ・カリフォルニア沖にあるファンデフカプレート、中米の太平洋側に存在するココスプレート、カリブ海のカリブプレート、ペルー沖のナスカプレート、フィリピン海を中心に伊豆諸島・小笠原諸島・伊豆半島付近まで伸びるフィリピン海プレート、南米大陸と南極海の間スコシア海に広がるスコシアプレートなどのように小規模なプレートが存在する。

(4) 日本列島に関する 4 つのプレート

下線を引いた 4 つのプレートが日本列島に関するプレートであり、ユーラシアプレートと北アメリカプレートは大陸型、太平洋プレートとフィリピン海プレートは海洋型のプレートである(甲 D370 48 頁 図 14 震源分布とプレートの運動)。

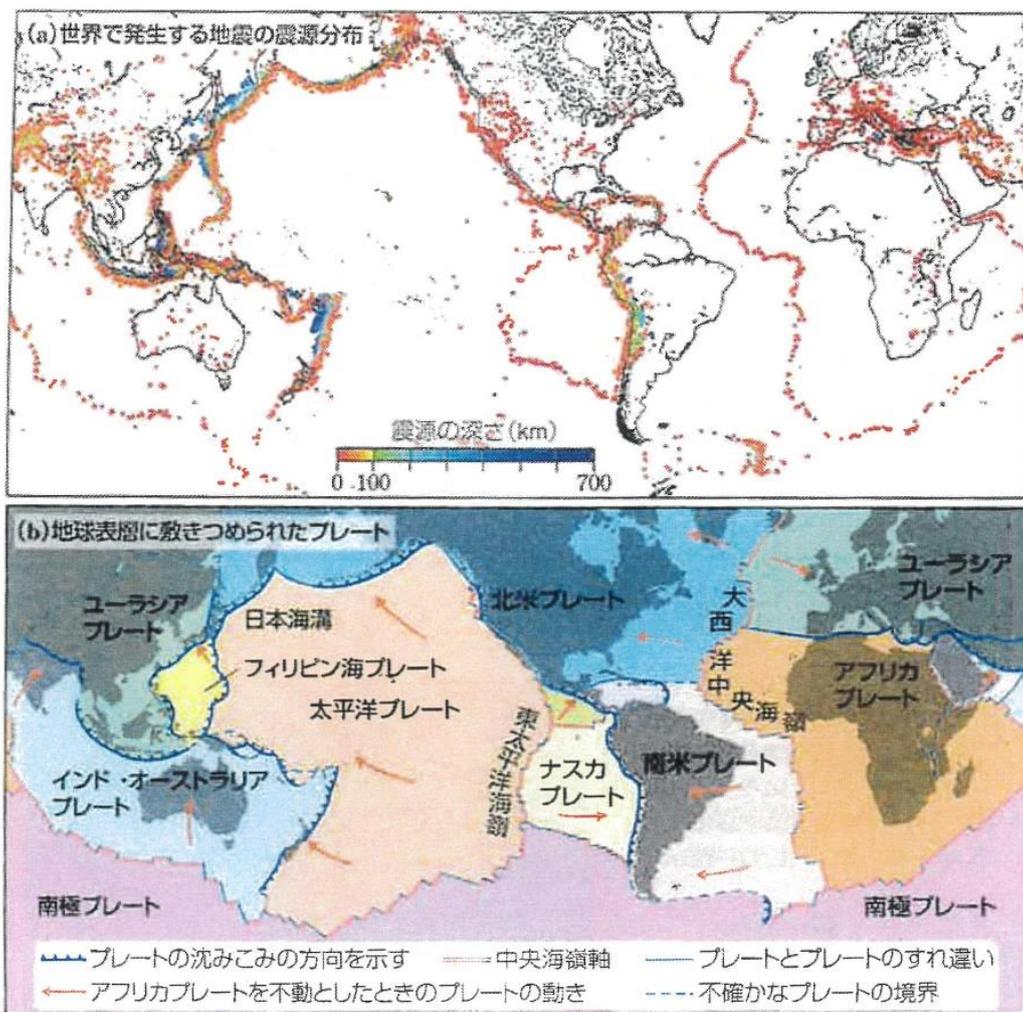


図 14 震源分布とプレートの運動 地震は、プレートの境界で多発している。

(5)地震の多発地帯

世界で起きる地震活動の大半がこのプレート境界或いはその周辺で発生している。日本列島とその排他的経済水域までを含めると、全世界で起きている地震の約10%が、日本列島とその近海で起きている。

(6)火山集中地帯

また、世界で起きている火山活動の大半もこのプレート境界に接して発生している(甲D370 49頁 図15 世界の活火山の分布)。日本列島とその排他的経済水域までを含めると、全世界で起きている火山爆発の約10%が、日本列島とその近海で起きている。

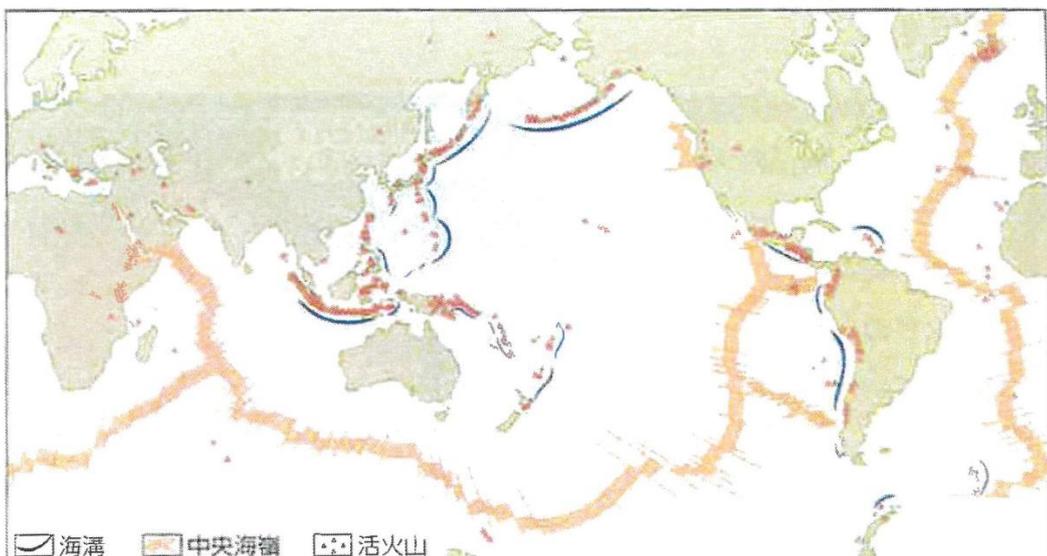


図15 世界の活火山の分布 活動の活発な火山は、地震と同じように、おもにプレート拡大境界やプレート沈みこみ境界にそう地域とホットスポット上(→p.52)に分布している。

しかし、ハワイのように、プレート境界ではない個所で火山活動が活発な箇所もある。このような箇所はホットスポットと呼ばれ、その下には地下の深部から物質が上昇する経路=プルームが存在する。ホットスポットの位置はほとんど動かないため、プレートの移動に伴ってハワイ諸島、天皇海山列のように、列になった火山或いは旧火山が列を並べている(甲D370 52頁 図20 ホットスポット、図21 プレート境界・ホットスポット・プルーム・火山フロント)。

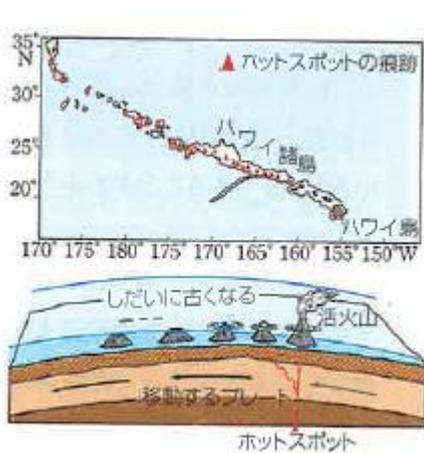


図20 ホットスポット

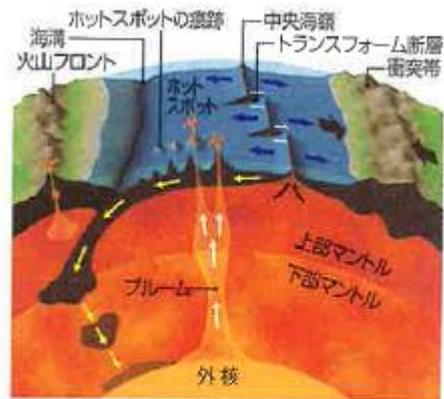


図21 プレート境界・ホットスポット・プルーム・火山フロント

4 プレートテクトニクス理論の唱道と通説としての受容の過程

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。

アフリカ大陸と南アメリカ大陸の海岸線がよく一致することは、16世紀頃から認識されていた。しかし、科学的に大陸が移動すると考えられ始めたのは、20世紀になってからであった。アルフレッド・L・ウェゲナーは、海岸線の一致の他に、大陸をまたいで古生物の化石や地質構造が連続して分布すること、南極大陸に熱帯性の植物化石が産出することなどを根拠に、大陸移動説を提唱した(甲D370 40-41頁)。

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。現在ではGPSをはじめとする地球観測結果から、大陸の移動が確かな事実とみなされるようになった(甲D370 42-44頁)。

ところが、日本の地質学会では、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のである。欧米と比較して10-20年の遅れが生じた(甲D368 110-112頁)。

そして、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

プレートとプレートとの境界部分にはいくつかの型がある(甲 D368 21-22 頁, 甲 D370 46-47 頁)。

(1)発散型境界

マントルの上昇部では、プレートは裂けて開いていく。太平洋東部や大西洋中央を南北に走るプレート境界が、発散型境界である。

この境界部は、毎年数 cm ずつ東西に拡大している。開いた割れ目には、地下から玄武岩質マグマが供給され、新しく地殻が作られ、海洋底から盛り上がって海嶺と呼ばれている。

発散型境界はほとんどが深海底に存在するが、アイスランドやアフリカ東部の大地溝帯は陸上に存在する。後者はアフリカプレートが引き裂かれつつある部分と考えられている。



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。

(甲 D370 47 頁)

(2)収束型境界

収束型境界ではプレートとプレートが衝突し圧縮されているが、衝突するプレートの特性によって、衝突によって起きる現象は異なっている。

(a)沈み込み型

大陸プレートと海洋プレート、または海洋プレートどうしが衝突した場合、比重の大きいプレートが比重の小さいプレートの下に沈み込んでいき、衝突場所に深い海溝を形成する。

大陸プレートは海洋プレートより比重が軽いため、この2者が衝突した場合は海洋プレートが大陸プレートの下に沈み込む。この沈み込みによって引きずり込まれた上部プレートが反発することで地震が発生する。こうしたプレートの境界で起きる地震はプレート間地震と呼ばれるが、このほかにプレートの下に沈み込んだプレート(スラブ)で起きるスラブ内地震も存在する。また地下深く沈んだプレートか

ら分離された水が、周辺の岩石の融点を下げるため、大陸プレートの深部においてマグマが発生し、火山を生成する。

このようなマグマの発生地点は、海洋プレートが大陸プレートに沈み込む地点そのものではなく、その地点からさらに大陸プレート側に少し入った地点であるため、沈み込みの起きている海溝から一定の距離を開けて、海溝に平行する火山列が形成される。この火山列より海溝側には火山が存在せず、これを火山フロント（火山前線）と呼ぶ。

海洋プレートと海洋プレートが衝突する場合は、古いプレートの方が冷たく重いために新しいプレートの下に潜り込む。

沈み込んだ海洋プレートの残骸はスラブと呼ばれ、冷たく重いためにマントル内でさらに沈み込んでいき、外核とマントルの境界にまで達するものもある。

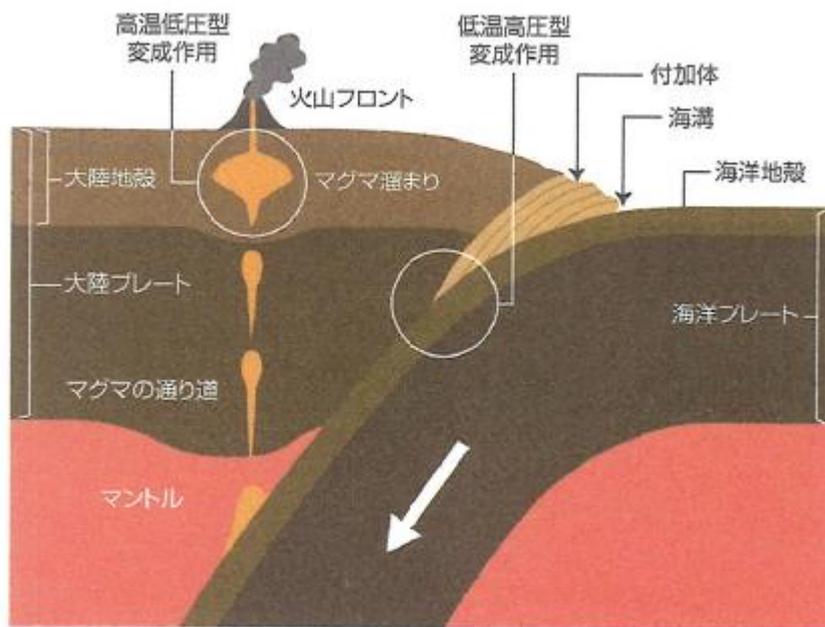


図 2.6 沈み込み帯で起こる 2 種類の広域変成作用

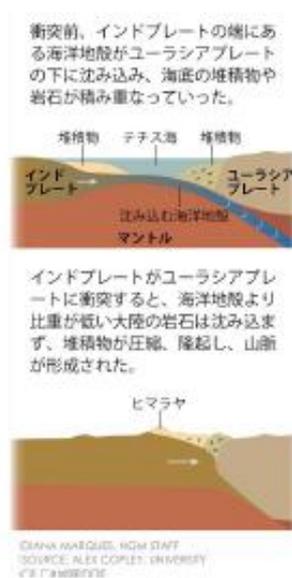
(甲 D368 49 頁 沈み込み帯で起こる 2 種類の広域変成作用)

(b)衝突型

大陸プレートどうしが衝突する場合は、どちらも比重が軽いために沈み込みが発生せず、境界が隆起し続けるために大山脈が形成される。現在もっとも活発で大規

模な大陸衝突が起きているのはヒマラヤである。もともと南極大陸と一緒にあったインドプレートが南極大陸と分離してテチス海を北上し、約 4,500 万年前にユーラシアプレートと衝突し、テチス海は消失し、そのままゆっくり北上を続けている。ここではインドプレートがユーラシアプレートの下に部分的にもぐりこみながら押し上げている。その結果、両大陸間の堆積物などが付加体となって盛り上がり、8,000m 級の高山が並ぶヒマラヤ山脈とチベット高原を産み出した。

エベレストの誕生と 今も変化する標高



(甲 D373 ナショナルジオグラフィック 2020 年 12 月 11 日より)

規模は小さいながらも、衝突運動が現在でも進行している地域としては、ニュージーランドの南島や台湾を挙げるができる。

日本においても、日高山脈や丹沢山地において、衝突型による造山運動が起きている。丹沢山地はフィリピン海プレートの北上の先端に当たる伊豆半島が、ユーラシアプレートと衝突したことによってできたものであり、この衝突過程は現在も進行中である。日高山脈は活動を終えている。

過去の大規模な大陸衝突の跡は世界に点在する。有名なものは、ヨーロッパアルプス、アパラチア山脈、ウラル山脈などがあげられる。

(3) トランスフォーム型境界（ずれる境界）

すれ違う境界同士の間では、明瞭な横ずれ断層（トランスフォーム断層）が形成される。アメリカ西部のサンアンドレアス断層や、トルコの北アナトリア断層などが有名なトランスフォーム断層である。

6 日本列島付近のプレート境界

現在の日本列島周辺のプレート運動を整理しておく、次の図のようになる。



(甲D369 184頁)



(甲D369 182頁)

日本近海には北の北アメリカプレート、東の太平洋プレート、南のフィリピン海プレート、西のユーラシアプレートの4つのプレートの境界が近接しており、プレートの沈み込み運動が激しく展開されている。東北日本の東の海底では、約1億年前に太平洋東部で生まれた太平洋プレート(比重の大きい海洋プレートである)が、東北日本を載せた北アメリカプレート(比重の小さい大陸プレートである)と衝突している。

重い太平洋プレートは、軽い北アメリカプレートにぶつかり、日本海溝に斜め下40-50度の角度で沈み込んでいる。

太平洋プレートに衝突され押された北アメリカプレートは、圧縮応力を受けてひび割れ、たくさんの断層が発生し、北上山地などの山地が生まれた。

日本の南海にある南海トラフではフィリピン海プレート(比重の大きい海洋プレートである)がユーラシアプレートの下に沈み込んでいる。

九州から琉球列島下に沈み込むフィリピン海スラブの傾斜角度は南部九州では約70度であり、台湾に近づくにつれてやや緩くなる。フィリピン海プレートは新しく、まだ、1億年以上経過した日本近海の太平洋プレートに比べれば柔らかいため、沈み込み角度が急角度となっている。

伊豆・小笠原海溝においては、古く形成され、より比重の大きな太平洋プレートがフィリピン海プレートの下に沈み込んでいる。これによって、フィリピン海プレート側には伊豆・小笠原・マリアナ島弧と呼ばれる大規模な火山島弧が形成されている。

次の図は、文献甲 D371 に掲載されている、日本周辺のプレートの「年齢＝生まれてからの年数」のわかる図を掲げておく。日本列島付近の太平洋プレートが一億数千万年を経た、海洋底プレートとしては、かなり古いことがわかる。

プレートの沈み込みと島弧マグマ活動

25

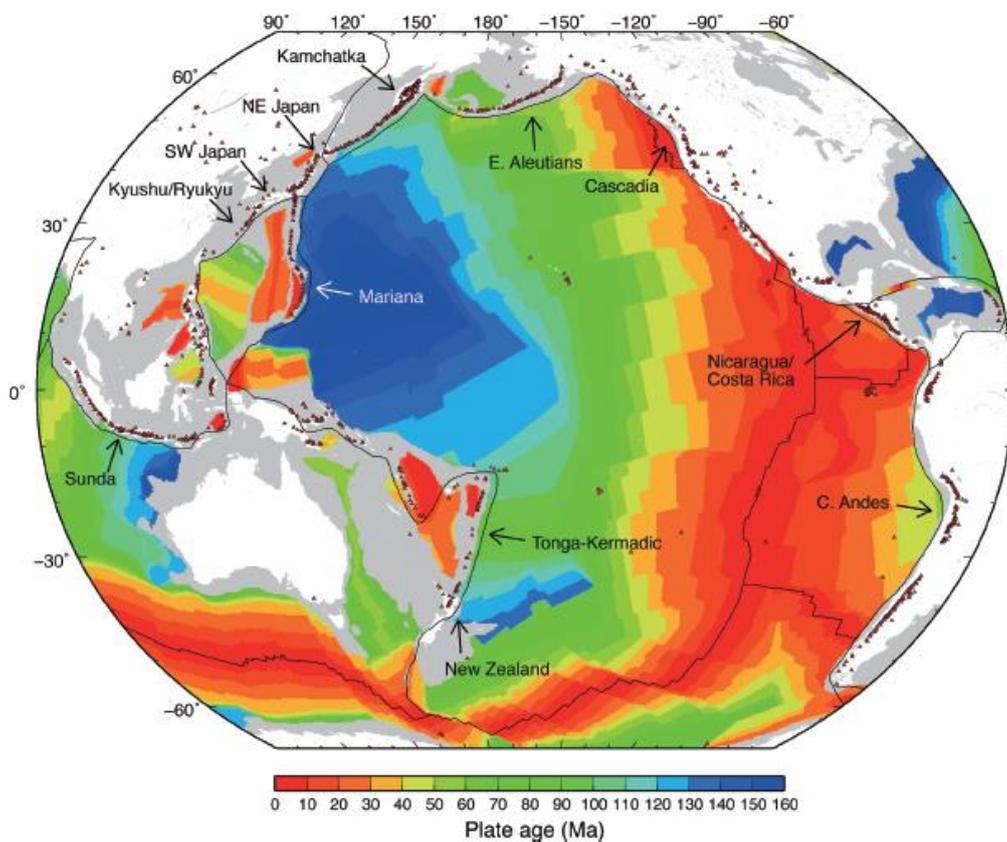


Fig. 1. Age-area distribution of the ocean floor (Müller *et al.*, 2008). Continental margins are light gray, and continents are white. Black lines denote plate boundaries and red triangles are volcanoes. Subduction zones described in the text are shown by arrows with names.

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(甲D370 255-257頁)。

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。この点は第3において詳述する。

第2 地球誕生から生命誕生までの歴史(甲 D370 220-251 頁)

1 はじめに

太陽は、過去の超新星爆発で散らばった星間物質がふたたび集まって形成された種族Iの星であると考えられ、太陽系は46億年前に形成され始めたとされる。また、太陽系には鉄や金、ウランといった重元素が多く存在している。

この地球における生命の歴史は、海、陸、そして大気中の二酸化炭素、酸素などのバランスによって、進化と絶滅を繰り返してきた。

甲D370「もういちど読む数研の高校地学」の220-251頁は、地球の46億年の生命と地球環境の歴史を上段と下段に分けて、わかりやすく説いたものであり、ご一読をお願いしたい。以下の論述は、そのきわめて簡略な要約である。

以下、第3以下においても、日本列島の成立の歴史と生命の歴史を交差させて論ずることとする。

2 地球の誕生

46億年前地球が始源物質の集積によって成長し形成された。微惑星が衝突、合体してできた初期地球の表面は、高温で溶融し、マグマオーシャンに覆われていた。初期の大気はマグマからの脱ガスで多くの水蒸気を含んでいた。この水蒸気が雨を降らせ、原始海洋を誕生させ、徐々に地球表面は冷却していった。



図8 マグマオーシャンの形成から原始海洋中での生命の誕生まで

(甲D370 229頁)

44億年前から、知られている最古の岩石鉱物が現れ、重い物質は地球の中心に沈み、核を形成した。核・マントル・地殻・大気という層構造が出来上がっていった。

ここで、地球の地質年代の歴史と主な生物界の歴史を一覧表で示す。

表1 地質時代とその長さ (INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART (IUGS 2012) #0)

地質時代	紀(世)	年代	紀の期間	代の期間	生物界		
新生代	第四紀	完新世	1万年前	260万年	被子植物時代	哺乳類時代	
		更新世	260万年前				
	新第三紀	鮮新世	530万年前	2040万年			
		中新世	2300万年前				
	古第三紀	漸新世	3390万年前	4300万年			
		始新世	5600万年前				
中生代	白堊紀	白堊世	7900万年前	1億8600万年	裸子植物時代	は虫類時代	
		マース特里赫特世	1億4500万年前				
		セノマン世	2億100万年前				
	ジュラ紀	ジュラ世	2億5200万年前	5100万年			
		トリアス世	2億9900万年前				
	古生代	ペルム紀	ペルム世	4700万年前	2億8900万年	シダ種子植物時代 ^{*1)}	単弓類時代
			石炭世	2億9900万年前			両生類時代
		デボン紀	デボン世	3億5900万年前		6000万年	魚類時代
			シルル世	4億1900万年前			
		シルル紀	シルル世	4億4300万年前		2400万年	藻類・菌類時代 ^{*1)}
オルドビス世			4億8500万年前				
先カンブリア時代	原生代	原生代	5億4100万年前	約20億年	(真核生物時代)		
		始生代(太古代)	25億年前				
	冥王代	冥王代	40億年前			約15億年	(原核生物時代)
		冥王代	46億年前				

*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。

(甲D370 221頁)

3 生命の誕生と進化の始まり

40億年前(±2億年)の頃、原始生命が誕生したと考えられているが、その化石は見つかっていない。

グリーンランドには38億年前に形成された変成岩がある。

38億年前(±3億年)に真正細菌(バクテリア)と古細菌(アーキア)が出現した。原始的な生物は好熱性を示すものが多く見られ、海底の火成活動の場(中央海嶺や熱水噴出孔)で誕生したと考えられている。

水素・メタン・硫化水素・アンモニア、さらには金属イオンの濃度も高く、熱エネルギーのある環境の下でアミノ酸が形成され、それが生命に発展したと考えられている。

35億年前の生物活動の化石証拠が発見されている。地球上での最古の化石は西オーストラリア・ピルパラ地域からのバクテリアの化石である。

32億年前に光合成をする生物が現れ、海中に酸素を供給しはじめた。藍藻(シアノバクテリア)であり、ストロマトライトという岩石としてその痕跡を残している。

22億年前には、地球は寒冷化し、全球凍結となった。この全球凍結は大気中の二酸化炭素の濃度の低下のためと考えられているが、二酸化炭素の濃度の低下がなぜ起きたかはまだ分かっていない。

27億年前に激しい火成活動があり、地球磁場が急増したと考えられている。

19億年前にやはり著しい火成活動があり、巨大な大陸がはじめて形成された。このころに最古の真核生物が誕生した。真核生物は生きていくために多くの酸素を必要とするので、このころまでに地球の大気、海洋の酸素が豊富になっていたと考えられる。

7億年前と6億年前の2度にわたる、全球凍結のあと、5.7~5.5億年前ころ、現在の生物とは大きく構造の異なるエディアカラ化石群が世界各地の地層から見つかっている。



図12 オーストラリア南部エディアカラ丘陵の地層
←で示した部分より上の地層からエディアカラ化石群が産出している。←より下側は、それより古い地層で、この中に全球凍結の証拠が含まれている。

図13 エディアカラ化石群の復元模型
(提供：群馬県立自然史博物館)

(甲D370 232頁)

4 カンブリア爆発と顕生代の始まり

大きなロディニア超大陸が約8億年前から分裂を始めており、このころ、ゴンドワナ大陸が分裂し、新しい海洋が形成された。

5億4200万年前から5億3000万年前の間、この海洋でカンブリア爆発と呼ばれる生物の多様化が起きた。突如として、脊椎動物をはじめとする今日見られる動物界のほとんどの門(分類学)が出そろった。三葉虫のように絶滅した種、アノマロカリス、オパビニアなど現在には類例が見つけられない生物が誕生した。脊椎動物の祖先であるピカイアもこの時に誕生した。この時期以降を、生物が顕著にあらわれた時代という意味で顕生代と呼ぶ。



図17 カンブリア紀の動物
中国雲南省の澄江(チェンジャン)はカンブリア紀前期の代表的な動物群の産地として、カナダのロッキー山脈にあるバージェスはカンブリア紀中期の代表的な動物群の産地として知られている。

(甲D370 234頁)

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(甲D368 118頁 図5.1)。

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((甲D368 119頁)。

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。

オルドビス紀は、ロディニア超大陸の分裂が続いた温暖な気候の時代であり、サングオやコノドント(無顎魚類)などが出現した。また、筆石が繁栄したので、この時期を「筆石時代」ともいう。



◎七宮賢司
図18 コノドント類



◎七宮賢司
図19 筆石類
筆石は、仮虫が集合して、浮遊あるいは底生動物として生息し、さまざまな形態をしている。

(甲D370 235頁)

このころ、3度にわたって、海洋が酸素欠乏状態になり、大量の生命種の絶滅が起きている。

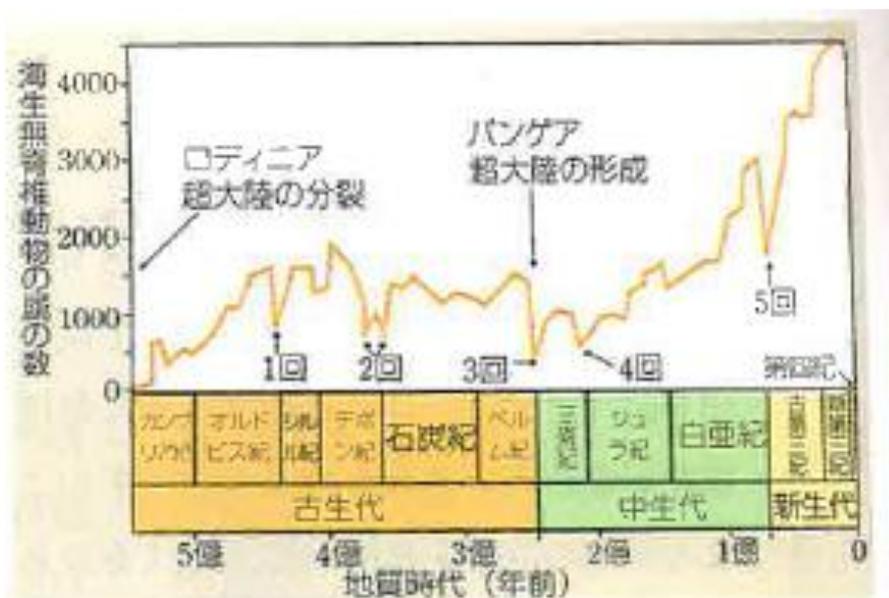


図2 5回の大量絶滅

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(むせきつゐ)動物の属の数をグラフで表した。

(甲D370 221頁)

まず、オルドビス紀末(約4億4400万年前)のオルドビス紀シルル紀境界には、生命種のはじめての大量絶滅が起きている(第1回大絶滅)。この大量絶滅で、「筆石」、コノドント、腕足動物類などが絶滅した。

4億4300万年前に始まるシルル紀では、生物の陸上への進出が始まった。シダ植物リニアなどが、最初に陸上に進出した植物である。甲殻類の一部も、昆虫へと進化し、陸上に進出した。

生物が陸上に進出することができるようになったのは、酸素の生成が進み、地球の大気圏にオゾン層が形成され、生物に有害な紫外線を防ぐことができるようになったためと考えられている。

次のデボン紀はサンゴ、魚類が繁栄した。そして、大型動物も陸域に進出する。陸域に進出した両生類アカントステガ、イクチオステガが誕生した。



図 23 デボン紀の水際のような様子 (復元図)

硬骨魚類のユーステノプテロンの胸びれは四足動物の前足に、腹びれは後ろ足に似た骨の構造をしていた。

(甲D370 237頁)

次に、デボン紀後期(約3億7500万年前)にも、生命種の大量絶滅が起き、デボン紀に栄えた多くの海生生物が絶滅している(第2回大絶滅)。

3億5900万年前に始まった石炭紀にはシダや裸子植物の森が繁栄し、後の石炭をつくった。また、大型昆虫が発達した。

2億9900万年前から始まったペルム紀には、超大陸パンゲアが誕生した。この超大陸では、爬虫類や単弓類が繁栄し、海ではアンモナイトが大繁栄した。

さらに、2.5億年前から約1,000万年間、海洋がほぼ無酸素状態になり、大量の生命種の絶滅が起こった(ペルム紀末 古生代・中生代境界)。この事件は古生代生物と中生代生物の交代をもたらした、地球の歴史上の最大規模の絶滅であり、種の絶滅率は96%に達したと見積もられている(第3回大絶滅)。

その原因については、いくつかの見解が主張されているが、地球史上最大の絶滅事象とされるペルム紀末の大量絶滅の原因はこれまで確定していなかった。東北大学大学院理学研究科地学専攻の海保邦夫教授らの研究グループは、中国とイタリアのペルム紀末の地層を化学分析し、通常の森林火災より高温の火山活動等で生成される燃焼有機分子コロネンの濃集と、水銀濃集と、絶滅が同時に起きたことを世界で初めて発見し、ペルム紀末の大量絶滅の原因は大規模火山噴火であると結論づけた(米国地質学会発行の「Geology」 2021年3月号 甲D372)。

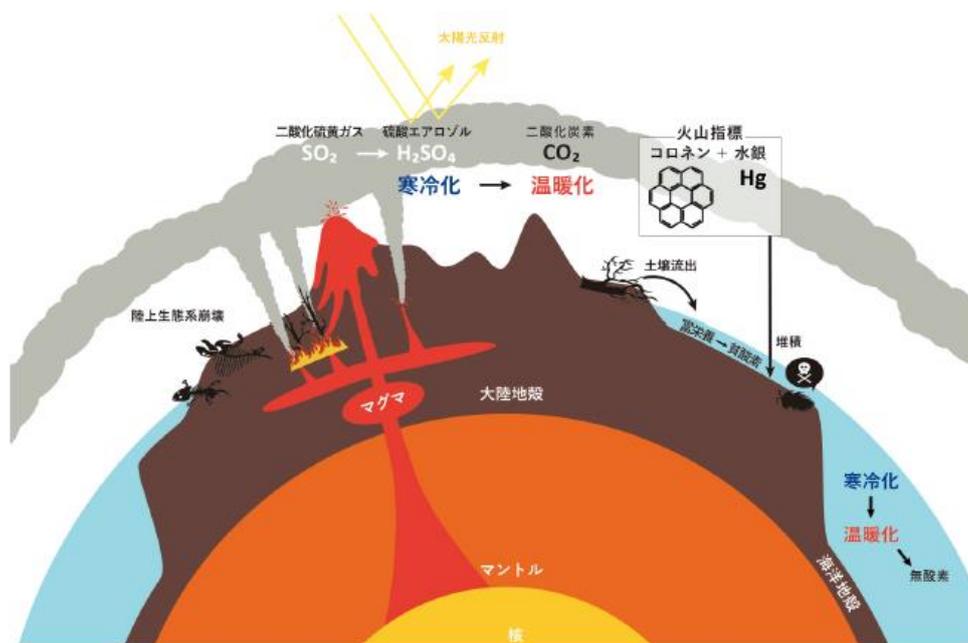


図1：ペルム紀末大量絶滅の原因 (©Kunio Kaiho)

(甲D372 東北大学 プレスリリース)

地下の堆積岩中の炭化水素が マグマの熱で燃焼し、CO2などの温室効果ガスを発生しその圧力で噴火を起こし、大気中の温室効果ガス濃度が上昇し、地球温暖化が進行し、大量絶滅に至ったことを立証した。

この大絶滅の結果、三葉虫、古生代型サンゴ、古生代型アンモナイトなど、多くの種が消滅したとする見解が最有力である(甲D370 231-237頁)。

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(甲D368 131頁 図6.5)。

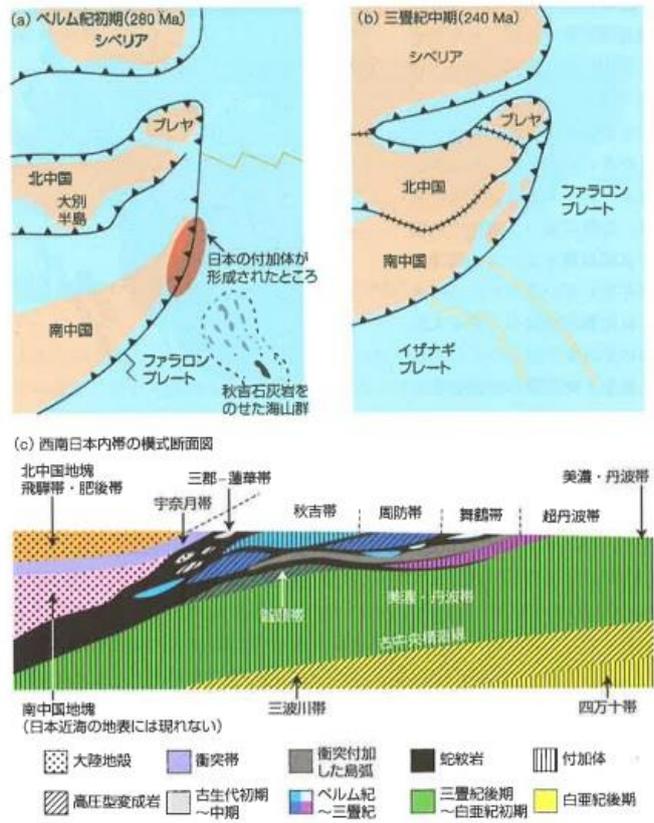


図 6.8 南北中国の衝突と西南日本内帯の地質帯 (磯橋ほか, 2010 にもとづく)

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。)(甲D368 135頁 図6.9)。



図 6.9 ジュラ紀前期 (180 Ma ごろ) の東アジア地域 (磯橋ほか, 2011 にもとづく)

中生代には三畳紀末（約2億100万年前）に海生生物の生命種の大絶滅が起きた（甲D370 241頁）。

この三畳紀末の大絶滅＝ジュラ紀のはじまりの二千万年後ころにあたる、約1.8億年前、日本列島の生まれる以前の東アジアは、このような図に示される状態であったと考えられる。

恐竜が栄えたジュラ紀を通じて、この大山脈から形成された大量の碎屑物が、南中国地塊の東縁に大量の付加体を形成していった。

現在の日本列島を構成する基盤岩類のなかで、ジュラ紀の付加体が大きな割合を占めるが、これらの付加体はこのようにして形成されたものである。日本中で恐竜の化石が発見されるのは、このような理由からである。

ジュラ紀は気候は温暖であったが、酸素濃度が低いという特徴があった。この時代に進化した鳥類と恐竜は気嚢という吸排気の進んだシステムを持ち、低酸素の状態でも、空を飛ぶことができた。

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、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。



図 6.10 西太平洋のジュラ紀付加体

（甲D368 136頁 図6.10）

1億4500万年前に始まった白亜紀の後期になると西南日本で四万十北帯が付加

した。しかし、東北日本では地上では、白亜紀に付加された付加体を見つけることはできない。また、北海道には白亜紀に付加された付加体として中央部に空知・エゾ帯、東部に日高帯を、見出すことができる(甲D368 137頁)。

3 白亜紀末の重大事件 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、最近では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(甲D370 245頁)。

6600万年前に始まった新生代・古第三紀には、ほ乳類、鳥類、被子植物が進化した。

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(甲368 141,146頁)。

西南日本では、現在の朝鮮・対馬海峡や九州北部が背弧的に沈降し、浅い湾状になっていた。このとき堆積していたのが石炭を含む堆積岩で、九州の主要な炭田(筑豊、三池、端島など)が形成されたのはこの時期である(甲D368 146頁)。

背弧域の活動の影響は現在の瀬戸内海近辺にも及んでいた。瀬戸内海沿岸の兵庫県から広島県にかけて分布する浅海性、非海性の始新統~下部漸進統(約50-30 Ma)の存在により、プレート収束境界と並行する細長い海域が存在したことがわかって

いる(日本地質学会編, 2009) (甲D368 146頁)。

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。なお、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¹に覆われたのではないかと想定されている(甲D368 146頁)。

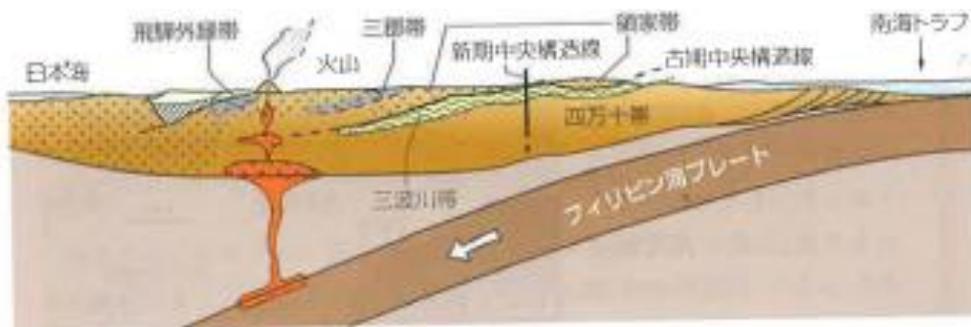


図 45 西南日本の地質断面 三波川帯、領家帯、三郡帯、四万十帯など西南日本の主要地質体は、低角の逆断層で区切られ、ナップ構造となっている。中央構造線は、白亜紀のころに領家帯と三波川帯との境界の逆断層として形成された(古中央構造線)。その後何度も変位しているが、新第三紀から第四紀にかけて、横ずれ断層として再活動した(新中央構造線)。

(甲D370 255頁)

男鹿半島で同時代の火山岩が見られ、この時期の火山フロントは西南日本と同様、かなり日本海寄りにあったことがわかる。

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。

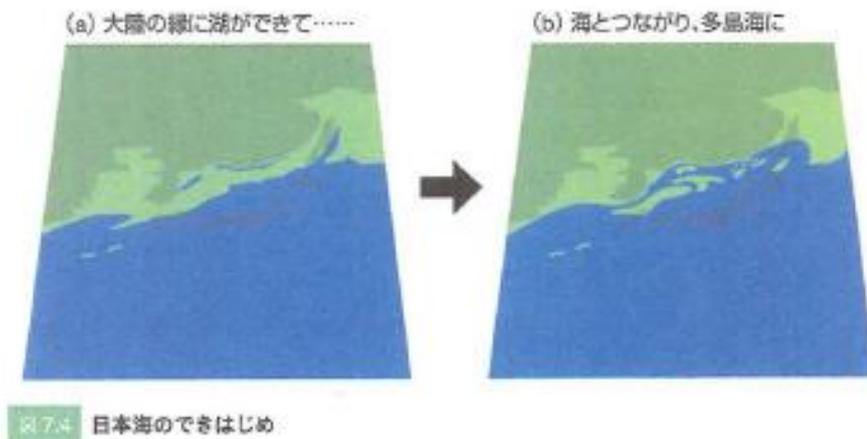
その際に、朝鮮半島からロシア沿海州付近に形成されていた付加体が大陸から引きはがされたのである。

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

¹ グリーンタフ(greentuff) : 本来は「緑色の凝灰岩」の意。しかし、日本の地質においては、「日本海形成時(新第三紀)に活動した海底火山群が形成した緑色の凝灰岩」という特定の岩石を指している。代表的な岩石として、石材として使われる大谷石が挙げられる。

たである。

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(甲D368 147頁 図7.4a)。



このときの痕跡として、日本海沿岸の一部地域で淡水性の珪藻化石が発見されている。

その後しばらくすると、広がるにつれて断裂は海につながり、海水の流入がはじまった(甲D368 147頁 図7.4b)。海となったばかりの日本海は、浅い海に陸の断片がいくつか存在する多島海の様相を呈した。

また、当時は全地球的に温暖であったため、海岸にはマングロープがひろがり、そこには現在のマングロープに棲むウミニナの仲間であるピカリヤという巻貝が棲息していたと考えられている。

日本列島には漸新世(約34-23 Ma)の地層は、日本海拡大の影響を受けた日本海沿岸部を除いて少なく、それ以降の地層は傾斜不整合を介して堆積している。

これは「漸新世不整合」とよばれ、日本列島全域にわたり存在する、特徴的な構造である。このような不整合の存在は、「再堆積開始までの間に一度は陸化した」こと、すなわち漸新世の間に現在の日本列島に当たる部分が広域的に陸化していたことを示している。

この事実は、背弧域が日本海形成の開始に伴って引張場になったことと引き換えに、前弧域(現在の日本列島にあたる)が圧縮場になったことを物語っていると推定

されている(甲D368 146-147頁)。

6 急速な回転(18 Ma~16Ma)

日本海の拡大が活発化した時期には、日本海の海底には複数の海底拡大軸(小さなプレート発散境界のようなもの)が形成され、裂け目付近では、激しい海底火山活動が起こった。そのとき海底に堆積したのがグリーンタフである。

とくに、18Maごろから回転運動が活発となり、最も「回転軸J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(甲D368 148頁 図7.5)。



図7.5 日本海ができたころ (約 15 Ma)

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。

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。

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。

フォッサマグナは北部フォッサマグナと南部フォッサマグナに分けられる。北部フォッサマグナは、これまで説明してきた、観音開きの扉の開き目だと考えられている。

一方で、南部フォッサマグナは、日本海の形成とは関係なく、日本海の形成がひと段落着いた 15Ma ころから始まった伊豆弧のユーラシアプレートとの衝突によって起きたと考えられている。

そして、この地域の付加体の年代や古磁気方位などを詳しく調査した結果、フォッサマグナの東縁は「利根川構造線」であることが、2006 年に高橋雅紀氏によって唱えられ、有力視されている(甲 D368 149 頁 図 7.6)。



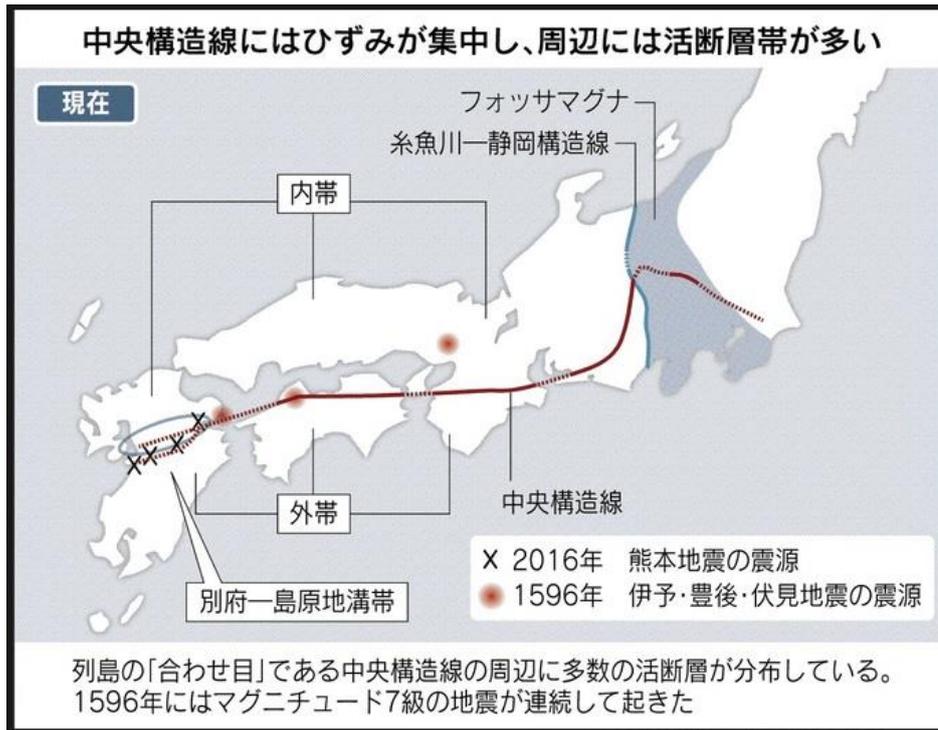
8 中央構造線とは何か

(1)中央構造線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

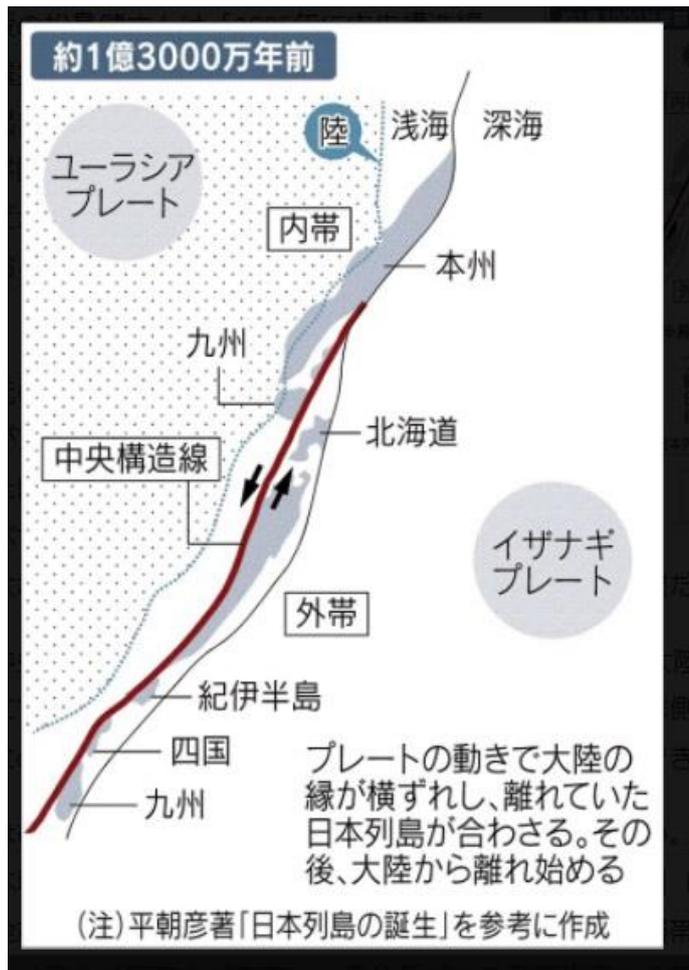
プレートの境界ではない。大陸プレート内にできた裂けめであった。

九州から四国北部を経て紀伊半島を横断。伊勢湾を横切り、天竜川に沿って北上して、長野県諏訪湖付近で本州の中央部を横切るフォッサマグナにぶつかっている。このフォッサマグナの西縁が、中央構造線と並ぶ巨大な断層帯として知られる糸魚川—静岡構造線である。



(甲 D376 日経新聞 2016.4.22)

中央構造線の前になった断層は、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)。



(甲 D376 日経新聞 2016.4.22)

前述したように、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。

わかりやすく言うと、地殻内の古傷が新しい圧縮応力の下で、再活動を始めているのだといえる。

別府—島原地溝帯には、熊本地震を引き起こした日奈久（ひなぐ）断層帯や布田川（ふたがわ）断層帯、大分の地震との関連が疑われる別府—万年山（はねやま）断層帯などの活断層がある。中央には巨大な阿蘇山が存在し、雲仙岳がある島原半島から熊本県八代市沖までは活断層の密集地帯となっている（甲 D376 日経新聞 2016.4.22）。

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 360 kmを貫くとされていた範囲を見直し、九州東部までの 444 kmと認定した。全体が同時に活動すればM8級の地震となる恐れもある」とした。

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（甲 D375, 甲 D376）。

中央構造線が一時期に活動したときには、大規模な地震動を引き起こし、大災害が予測されるが、このような危惧は杞憂ではない。

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が起こった。中国内陸部ある四川省は土地の大部分が四川盆地に位置しており、地質学的には揚子江プレートとインドプレートの境界にある。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 280 km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

のぼり、そのうち2割が学生であった。低い耐震基準と手抜き工事によって建てられた校舎で授業を受けていたために起きた悲劇であった。倒壊した校舎の数は四川省だけで6000棟以上とみられる。1000万年以上活動の痕跡が見られなかった龍門山断層が突然このような大きな活動を示したことは、多くの地震専門家に衝撃を与えた(甲D377 2008年中国四川省地震)。

中央構造線についても、活発な活動性を示す部分の一部であり、他の部分は活動性が低いといわれることがある。伊方原発を保有する四国電力もそのような楽観的な考えに立っている。しかし、政府の地震調査研究推進本部の指摘するように、全体が一時期に活動し、巨大地震になる可能性がある。

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、6.5 Ma 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、その中にもより短周期(–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されている(甲D374 中嶋健「日本海拡大以来の日本列島の堆積盆テクトニクス」地質学雑誌 第124巻 第9号 693–722頁, 2018年9月)。

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

(1) フィリピン海プレートの歴史

フィリピン海プレートが生まれはじめたのは50 Ma ごろ、場所は西太平洋の南部、

緯度・経度的には現在のニュープリテン島あたりであった。その部分が北東-南西方向の拡大軸を中心に割れはじめた。この最初に割れ広がりはじめた部分が、後の西フィリピン海盆となる。フィリピン海プレート形成初期には、ボニナイト(無人岩)というマグネシウム(Mg)含有量の多い特殊な安山岩質のマグマを含む火山活動があり、これは45Maごろまで続いた。その後、フィリピン海プレートは時計回りに太平洋プレートの西端を北上していった。

35Maごろには西フィリピン海盆の拡大も終わり、当初北東-南西方向だった拡大軸は、回転によりほぼ東西になった。この時代も太平洋プレートはフィリピン海プレートの下に沈み込み続け、火山列島を形成した。この火山列島がある程度成長した30Maから15Maにかけ、背弧拡大が起こり、その拡大軸が紀南海山列、背弧海盆が四国・パレスベラ海盆、火山列島は伊豆-小笠原弧と九州・パラオ海嶺とに分割された。

その後、5Ma以降に伊豆-小笠原弧の南方でさらに背弧拡大が起こり、その部分の火山列島がマリアナ弧と西マリアナ海嶺とに分割され、現在にいたっている。

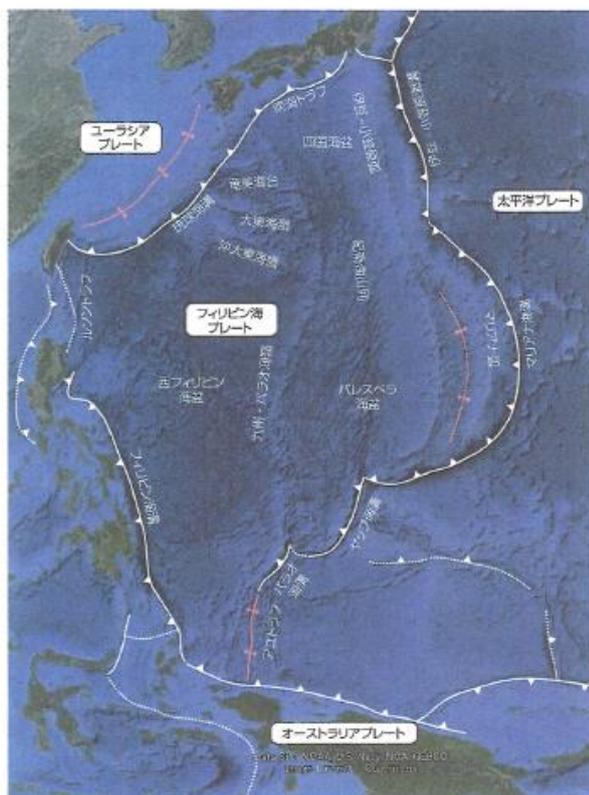


図 9.1 フィリピン海プレートの海底地形

(2) フィリピン海プレートと太平洋プレートの衝突

新生代に入ってから南太平洋で形成されはじめたフィリピン海プレートは、古第三紀後半には、太平洋プレートの縁に沿うように西太平洋を移動してきた。フィリピン海プレートと太平洋プレートがぶつかり、太平洋プレートがフィリピン海プレートの下に沈み込んだ。フィリピン海プレートは太平洋プレートよりも若く、相対的に軽かったからである。海洋プレートでも、冷却されてきた期間の長さによって、密度に差が生まれる。

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(甲D368 170頁)

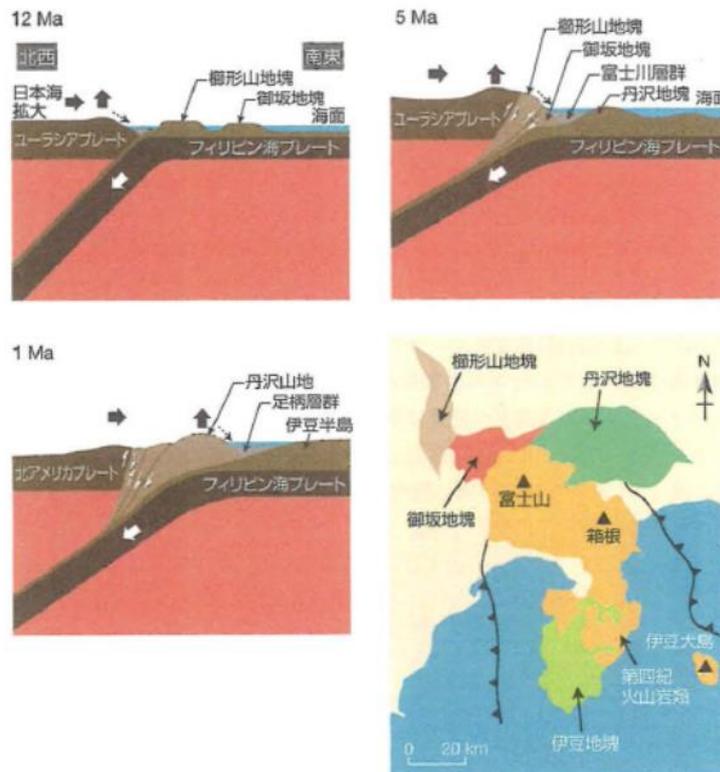


図8.6 伊豆-小笠原弧の衝突 (12 Ma～現在) (天野ほか, 2007にもとづく)

(3) フィリピン海プレートの方角転換

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角転換は、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、この方角転換は、現在の日本列島にも甚大な影響を与え続けている。

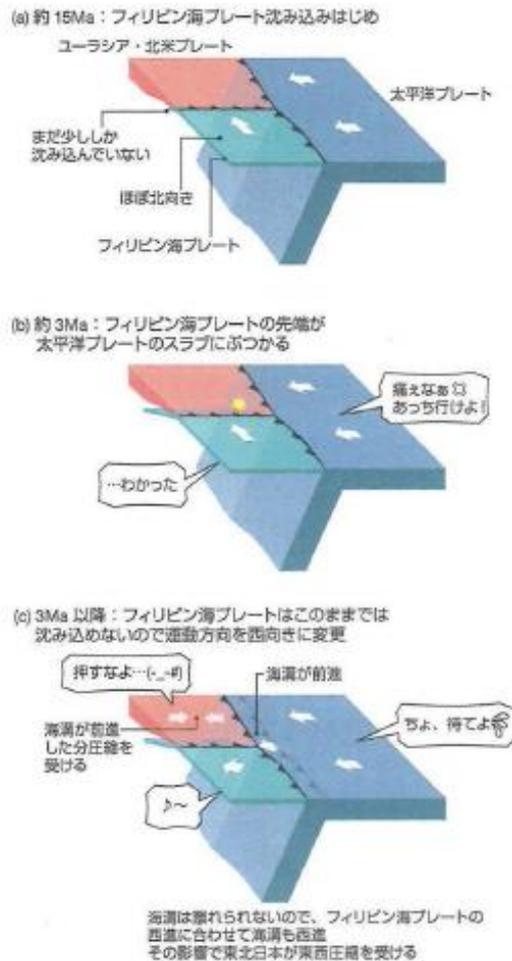


図 9.2 太平洋プレートとフィリピン海プレートの関係の模式図

(甲D368 182頁)

現在の日本列島の地形には、この方角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り、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角転換によって仕上げられたといえる(甲D368 180頁)。

第4 日本列島の未来

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。

次いで、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こととなる。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、アルプスやヒマラヤで現在も進行しているアルプス型の造山運動が起こると考えられる。

さらに、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と考えられている。

プレート運動が始まって以来、地球表層では超大陸が形成しては分裂する歴史を繰り返してきた。今度できる超大陸「アメイジア」では、日本はユーラシア大陸、北アメリカ大陸、オーストラリア大陸に取り囲まれてその中央に位置することになる。現在の沈みごみ帯はオーストラリアの外側に移動し、現在ある火山前線はなくなる。

超大陸の中央部となると、現在のような活動帯の地震活動も起こらなくなり、今とは全く異なる日本となるであろう(甲D370 270頁)。



(甲D370 270頁 図61 2.5億年後の超大陸アメイジア)

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、放射性廃棄物を安全に保管できる安定した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であり、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である

さらに、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であり、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)を提出したが、この池田氏の見解は、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、強い信用性が認められることを裁判所に強く訴えたい。