

東西日本の地質学的境界

【第一話】事の発端

高橋雅紀¹⁾

1. はじめに

上越国境を水源とし関東平野を西から東へ横断した板東太郎(利根川)は、平野の東端に突き出た銚子から太平洋へと注いでいる。銚子は日本屈指の漁港として、また最近では旅情あふれるローカル線(銚子電気鉄道)存続のために“濡れ煎”が話題となった町としても知られている。その銚子の北端に建つ千葉ポートタワーの展望台からは広大な太平洋が一望でき、地球が丸いことを実感することができる。西を望めば、都心の超高層ビル群の背後に、伊豆半島から丹沢山地、さらに関東山地へと連なるスカイラインが続き、その向こうにひとときわ高い富士山の端整な威容を観ることができる。

ところで、このポートタワーの脇にある小さな露頭に気づく人は、ほとんどいないであろう(第1図左)。南にわ

ずかに傾斜した縞模様は、もともとは水平に堆積した泥の重なりを表している。この地層は今から1690～1650万年前に深い海の底に堆積したもので、夫婦ヶ鼻層と呼ばれている。現在では夫婦ヶ鼻の地名は地図からも消え、夫婦ヶ鼻層も厚さが6メートルほどのこの露頭しか残っていない。ところが、この地層が日本列島の地質を二分する境界論争の主役として注目されることになる。それは、わずか10年ほど前のことであった。

100年を超す日本の地質学の歴史において、名だたる地質学者によって議論されてきた地質学的問題のいくつかは、今日でも未解決のまま残されている。詳細な地質調査や科学的研究の進展によって将来解決されるであろうと期待されたものの、実際には問題点がさらに明白となり、解決の糸口すら見いだせない難問も少なくない。東北日本と西南日本の地質学的相違は、19世紀末に近代地質学を日



第1図 ポートタワー横に露出する夫婦ヶ鼻層(左)と産業技術総合研究所第七事業所(旧地質調査所)一階ロビーの壁面(右)。

1) 産総研 地質調査総合センター地質情報研究部門

キーワード：日本列島，地質図，基盤構造，テクトニクス

本に導入したナウマン(Heinrich Edmund Naumann)以来の大問題である。地質調査に伴ってより詳細な日本地質図が改訂されるたびに、東西日本の地質学的相違はますます明瞭となった。

東西日本の地質学的相違は、東北日本と西南日本の地質学的境界がどこかに存在していることを意味する。今から東西日本の地質学的相違に関する論争の経緯を簡単に振り返り、その議論において重要な役割を担った銚子地域の地質に焦点を当てる。東西日本の境界論争は、銚子地域が地質学的には東北日本と西南日本のいずれに帰属するのかという問題であるといっても過言ではないからである。そして、銚子地域が東西日本のどちらに帰属するのかという問題は、明確に区別される東北日本と西南日本の地質がそれぞれどのように定義されるのかという問いでもある。換言するならば、東西日本の地質をそれぞれどのように考えているのかと地質学者は問われているのである。

本論では、日本列島の地質を大きく基盤岩類と被覆層に大別して、東西日本の地質学的相違について考察を行いたい。基盤岩と被覆層の区分は相対的なものであって、例えば、第四紀に堆積した地層(第四系)が新第三系を不整合で覆っている場合は、前者が被覆層で後者が基盤岩と位置づけられよう。また、白亜紀の堆積岩がジュラ紀の付加体を不整合に覆っている場合でも、それぞれを被覆層と基盤岩として考察されることがある。さて、日本列島の形成過程や地質図に表された今日の地質を概観する場合、以下の理由により被覆層と基盤岩の境界を中新世初頭において考えるのが妥当であろう。

日本列島は数億年以上にわたって大陸縁辺の陸弧(continental arc)であった。ところが、前期中新世のおよそ2,000万年前に大陸から分離し始め、1,500万年前にはほぼ現在の位置にまで移動して美しい弧状列島が誕生した。この過程で形成された海成層や火山噴出物は先中新統(中新世より古い地層・岩石)を広い範囲で被覆し、さらに1,500万年前以降の地層がそれらの上に厚く重なった。第四紀になると、日本列島は東西圧縮応力場のもとで短縮変形し、山地は隆起し堆積盆地は沈降していった。これらは巨視的には島弧地殻の短縮変形であり、隆起域は削剥され、浸食された碎屑物は沈降場を埋積していった。そのスナップショットを表したものが、今日の地質図である。

堆積岩や火山噴出物についてみれば、テクトニックな背景が時代とともに変化していったものの、新第三紀(中新世および鮮新世)と第四紀はひとつながりの歴史の産物と言える。また、花崗岩など深成岩類についてみても、新第三紀から第四紀は典型的な島弧地殻が成長していく過程を

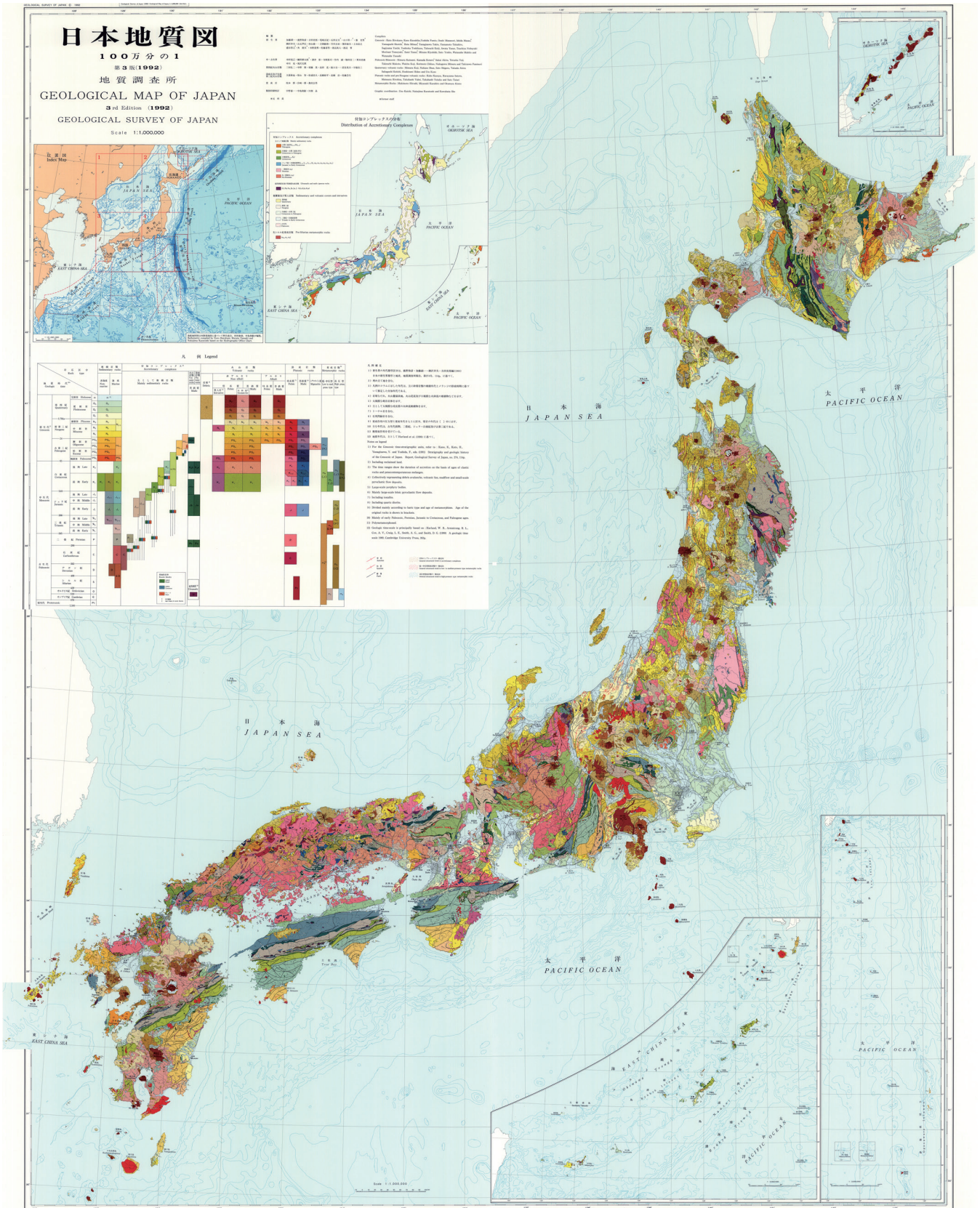
反映しているであろうから、日本列島の地質を年代学的に二分する境界を設定できるほどの変換点は見受けられない。これに対し、古生代や中生代の地層や岩石は、明らかに新生代の地層とは地質学的特徴が異なる。岩石が圧密や続成作用によって、あるいは変形や変成作用によって固くなっていたり、断層や褶曲を伴う変形を幾度も被っていたり、さらには浸食によって古い地質体が局所的にしか残されていないなど、被った歴史の差が新生代の地層とは一見して区別される。

このような理由からか、日本の地質研究者は、中・古生界(中・古生代の地層や岩石)を研究対象とするグループと新生界(新生代の地層や岩石)を対象とするグループに大別される。研究のスタイルや手法も両者で大きく異なることから、新生界を専門とする研究者が中・古生界を研究することは稀であるし、新生代の地質学的出来事に関心を示す中・古生界の研究者も多くはない。もちろん、古第三紀の堆積岩や火成岩は新生界に含まれるが、それらは日本がまだ大陸であった時代に生成されたものなので、本論では中・古生界に続く地質体であると位置づけた。すなわち、日本列島の地質を日本海拡大以前の地層や岩石(中・古生界および古第三系)と、日本海拡大時期以降の堆積岩や火山噴出物(中新統から上位)に大別し、大局的には前者を基盤岩類、後者を被覆層として議論を進める。なお、新生代の貫入岩は被覆層ではないので、この区分からは除いておこう。

2. 基盤と被覆層

さて、このような基準に基づいて日本列島の地質図を眺めると、東北日本と西南日本の地質が大きく異なっていることがわかる(第2図)。東北日本では、黄色系統の色で塗色された新第三紀以降の地層が広い範囲に分布していて、暗色系統の色で塗られた先中新統基盤岩類は、北上山地や阿武隈山地、足尾山地などに露出するに過ぎない。基盤岩類は古生代や中生代の陸棚堆積物や付加体で、赤系統の色で示された花崗岩類が日本海側だけでなく太平洋側でもそれらに貫入している。阿武隈山地で代表されるように、基盤の花崗岩類の大部分は白亜紀に貫入した深成岩体である。

これに対し、西南日本では新生代の地層は山陰と太平洋沿いにまとまって分布するほかは散点的で、広い範囲に基盤岩類が露出している。足摺岬や室戸岬、紀伊半島の周辺に分布する新生界は、そのほとんどが古第三紀の付加体であるので、本論では被覆層ではなく基盤岩類と位置づけ



第2図 100万分の1日本地質図(地質調査所, 1992a)。東北日本は黄色系統で塗色された新生界が広い範囲に分布し、基盤岩類の露出は散点的である。一方、西南日本では基盤岩類が広域に露出し、とくに外帯の帯状配列は見事である。

る。西南日本の基盤岩類は、中国地方から瀬戸内海両岸にかけて広い範囲に貫入した花崗岩類と、太平洋側の緑色や灰色系統の色で示されたジュラ紀から白亜紀以降の付加体に大別される。花崗岩類の貫入は白亜紀をピークとし、貫入位置を日本海側に移動させつつ古第三紀まで継続した。一方、太平洋側の付加体やその変成岩は、付加年代や岩相に基づいていくつかの帯 (belt) に区分されるが、それらがなす帯状配列が九州から関東山地まで見事に連続している。また、それらには中新世以前の深成岩の貫入が全く認められないことも、西南日本の地質学的特徴のひとつである。

このように、日本列島の地質は、新第三系および第四系が広い範囲を被覆する東北日本と、先新第三系基盤岩類が広域に露出する西南日本に二分される。この違いは、19世紀初頭の日本の地質学黎明期には既に認識されていた。もちろん、東西日本の地質に見られるこの相違は、浸食レベルの違いに大きく起因する。すなわち、東北日本に対して西南日本の方が大きく隆起しているために、被覆層である新第三系および第四系の大部分が浸食されたため、基盤岩類が広範囲に露出していると考えられる。

現在、東北日本には世界最古の厚く冷たく重い太平洋プレートが日本海溝から沈み込んでいるが、西南日本には古第三紀以降に形成された比較的新しいフィリピン海プレートが沈み込んでいる(第3図)。フィリピン海プレートのうち、西半分は古第三紀に形成された西フィリピン海盆であるが、東半分を構成する四国海盆やパレスベラ海盆は、漸新世末から前期中新世(30~15 Ma)に拡大した若い海洋底である。したがって、琉球海溝から南西諸島に沈み込むフィリピン海プレートよりも、南海トラフから西南日本に沈み込むフィリピン海プレートはさらに年代が新しい。冷却期間が精々2,000万年程度の新しい海洋プレートは、まだ密度も小さく厚さも30~40 km程度と薄い。したがって、厚さが90 kmに達する厚く冷たい太平洋プレートが沈み込む東北日本に比べて、非常に若いフィリピン海プレートが沈み込む西南日本の方が相対的に隆起している原因は、沈み込むプレートの年齢の違いに起因することは容易に理解できる。ところが、日本の地質学研究者が長年にわたって議論してきた東西日本の地質の相違は、浸食レベルの違いだけでは説明できないのである。

3. 基盤構造の相違

基盤岩類が広範囲に露出している西南日本の地質を概観すると、太平洋側と日本海側で地質構造が大きく異なっ

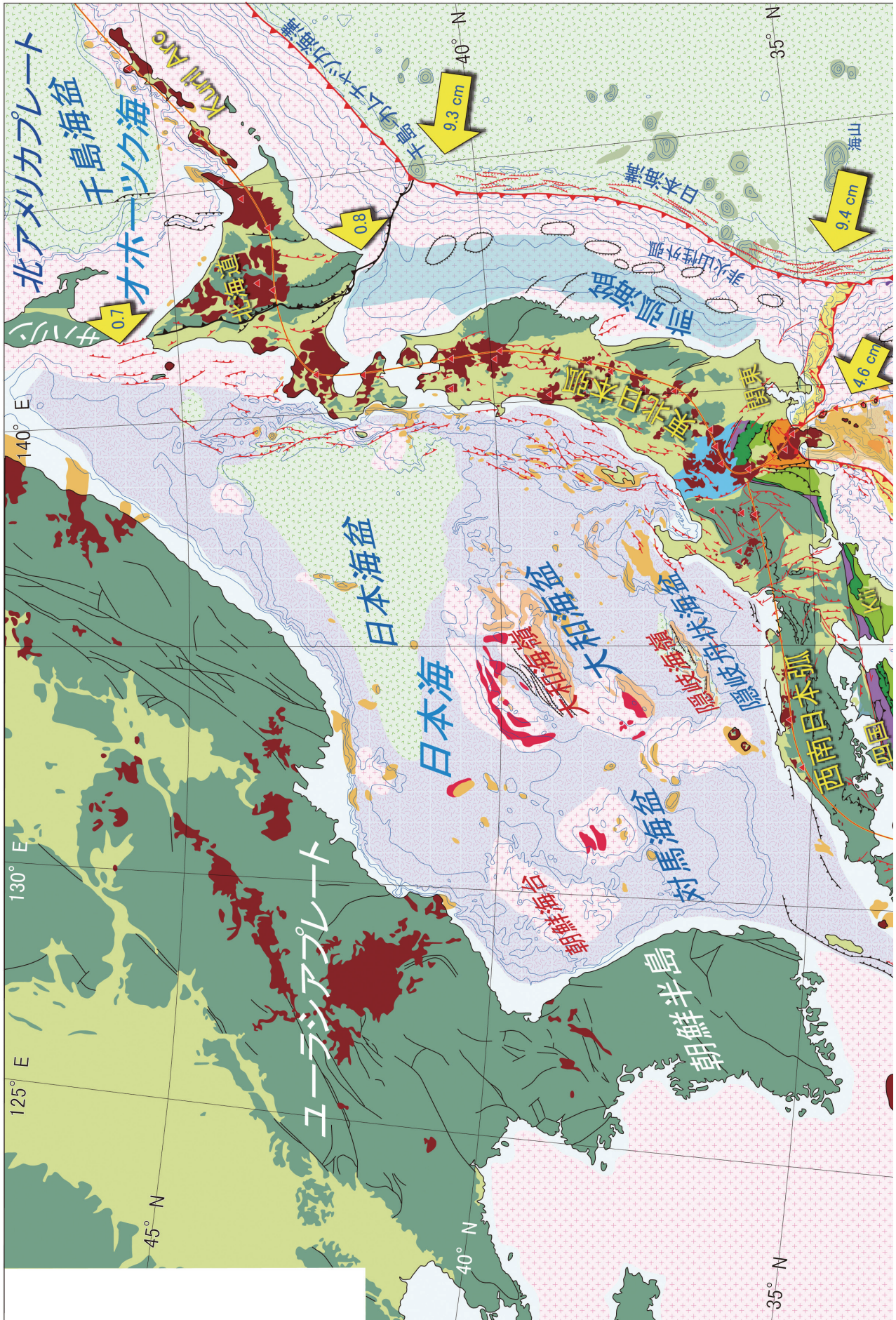
ていることが分かる。太平洋側では西南日本の延びの方向に連続する地帯配列が顕著であるが、日本海側では直線的構造が認められない。両者の境界は、九州から関東山地まで連続する日本最大の断層である中央構造線(Median Tectonic Line)である。中央構造線の海溝側(南側)には、高圧型変成岩からなる三波川帯からジュラ紀付加体である秩父帯、そして白亜紀以降の付加体である四万十帯が見事に連続している。これらの範囲が西南日本の外帯(Outer Zone)であり、中央構造線から大陸側(北側)を西南日本の内帯(Inner Zone)という。

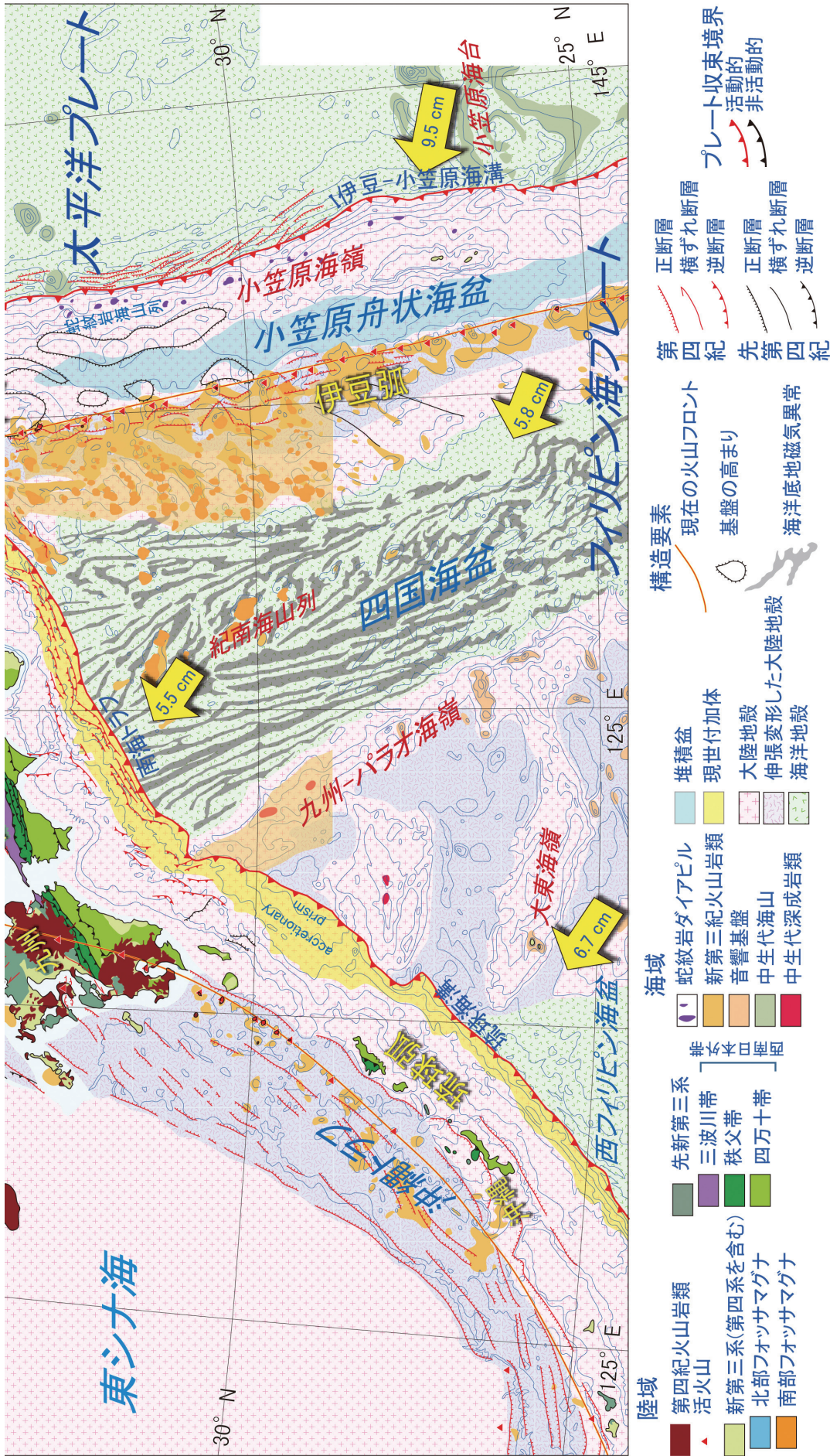
西南日本内帯には、ジュラ紀付加体や先ジュラ系(ジュラ紀よりも古い地層や岩石)とそれらを不整合に覆う地層群が分布し、白亜紀以降に花崗岩類が広範囲に貫入したため、深成岩体の周囲は高温型の変成作用を被っている。白亜紀深成岩体やその変成岩類の分布する範囲を領家帯と呼ぶが、領家帯は初生の地帯配列に関係なく、後からの貫入により変成作用の及んだ範囲である。したがって、西南日本外帯の地帯配列と同様に内帯の地帯配列を考察する際には、領家帯と呼ばれる地帯は除外して取り扱われる。ところが、白亜紀花崗岩類による擾乱やその変成作用の影響を差し引いたとしても、西南日本内帯には西南日本外帯のような明瞭な直線的地帯配列は認めがたい。

このように、西南日本は中央構造線によって内帯と外帯に二分されるが、とくに外帯には明瞭な地帯配列が認められる。プレートテクトニクスが確立されると、それまで全く解釈不能であった付加体が、海洋プレートの沈み込みにより形成されたことが判明した。そして、帯状配列が見事な西南日本外帯は、海洋プレートの沈み込みによって成長した大陸縁(活動的大陸縁: active continental margin)の典型例であると考えられてきた。

これに対し、東北日本では基盤岩類の露出が断片的であるが、まとまって露出する山地域を調べてみても、西南日本外帯に対応する直線的地帯配列が認められない。とくに、ナウマンによって発見され西南日本を縦断する中央構造線が、東北日本では現在でも全く確認されない。それどころか、西南日本では地帯配列の境界である主要な断層は島弧あるいは海溝(南海トラフ)に平行な方向に連続するが、東北日本では棚倉破碎帯や双葉断層など、島弧に対して反時計回りに斜交した断層が卓越する。さらに、西南日本外帯を特徴づける三波川変成岩が東北日本では全く確認されないことは、東西日本の地質学的相違の第一級の問題として長年にわたって議論されてきた。

小川琢治が「北日本と南日本の構造には著しい差異があり、北日本の第三紀層前の基盤岩類は支離滅裂し変造(後





第3図 日本列島周辺のテクトニクスマップ。地質調査所(1992b), 井上・本座(1982)および脇田ほか(1992)による陸域・海域地質図をもとに, 玉木(1992)による日本海地殻構造と沖野(2015)による四国海盆の磁気異常データを重ねて作成。

生的変形)が甚だしく、原構造は破壊され、これを復原(復元)することは容易ではない」と指摘したのは1899年であった(小川, 1899)。そして、本邦地質学の発祥以来、東北日本の地体構造は西南日本に比べて長い間混迷の道を辿ってきた(吉田, 1981)。しかしながら、地質が詳しく調査された今日においてもその謎が解明されないのは、東北日本の基盤岩類が著しい改変を被っているからであるとほとんどの地質研究者は考えている。原構造(初生の構造)を保持する西南日本の地帯配列と、後生的な改変を被った東北日本の複雑な基盤構造の相違こそ、100年来解き明かすことができない日本の地質の最大の謎なのである(第4図)。

このように、仮に東北日本が大きく隆起して中新世以降の被覆層が浸食されたとしても、西南日本外帯のような直線的な地帯配列が現れないであろうことは、日本の地質学の先駆者達によって既に認識されていた。言い換えるならば、東西日本の地質学的相違の原因は、浸食レベルの違いで説明することはできない。地質図に表された東北日本と西南日本の明瞭な違いは見かけではなく、地理的広がりを表す地帯配列やその三次元的関係を含めた構造、すなわち地体構造(geotectonic structure)そのものが大きく異なっていると地質研究者は考えてきた。そして、地帯配列が明瞭な西南日本外帯が海洋プレートの沈み込みに伴って成長した陸弧の初生の構造を保持していると考え、その構造が東北日本のどこにどのように連続するのか、あるいは連続しないのか、日本の地質研究者は長年にわたって模索し続けてきたのである。

西南日本の地帯配列が東北日本にそのまま容易には連続しないことは、東北日本の地体構造が西南日本と大きく異なっていることを示唆している。先新第三系基盤岩類の地帯配列の不一致に基づいて議論されてきているわけだから、東西日本の地質学的不連続に関する論争は、先新第三系基盤岩類に関するものである。さらに、東北日本と西南日本の地質学的境界がどこかに存在しなくてはならない。三波川帯や中央構造線で代表される西南日本外帯の带状配列は、九州東部から関東山地まで連続することは明らかである。一方、北上山地の中・古生界は東北日本の基盤岩類を代表する地層群で、少なくとも阿武隈山地まではその特徴を追跡することができる。したがって、先新第三系基盤岩類に関する東西日本の地質学的境界は、関東地方に存在していると予想されよう。

ところが、日本一広い関東平野には新第三紀以降の地層が厚く堆積しているため、基盤岩類はほとんど露出しない。そのため、銚子にわずかに露出する基盤岩類や筑波変成岩

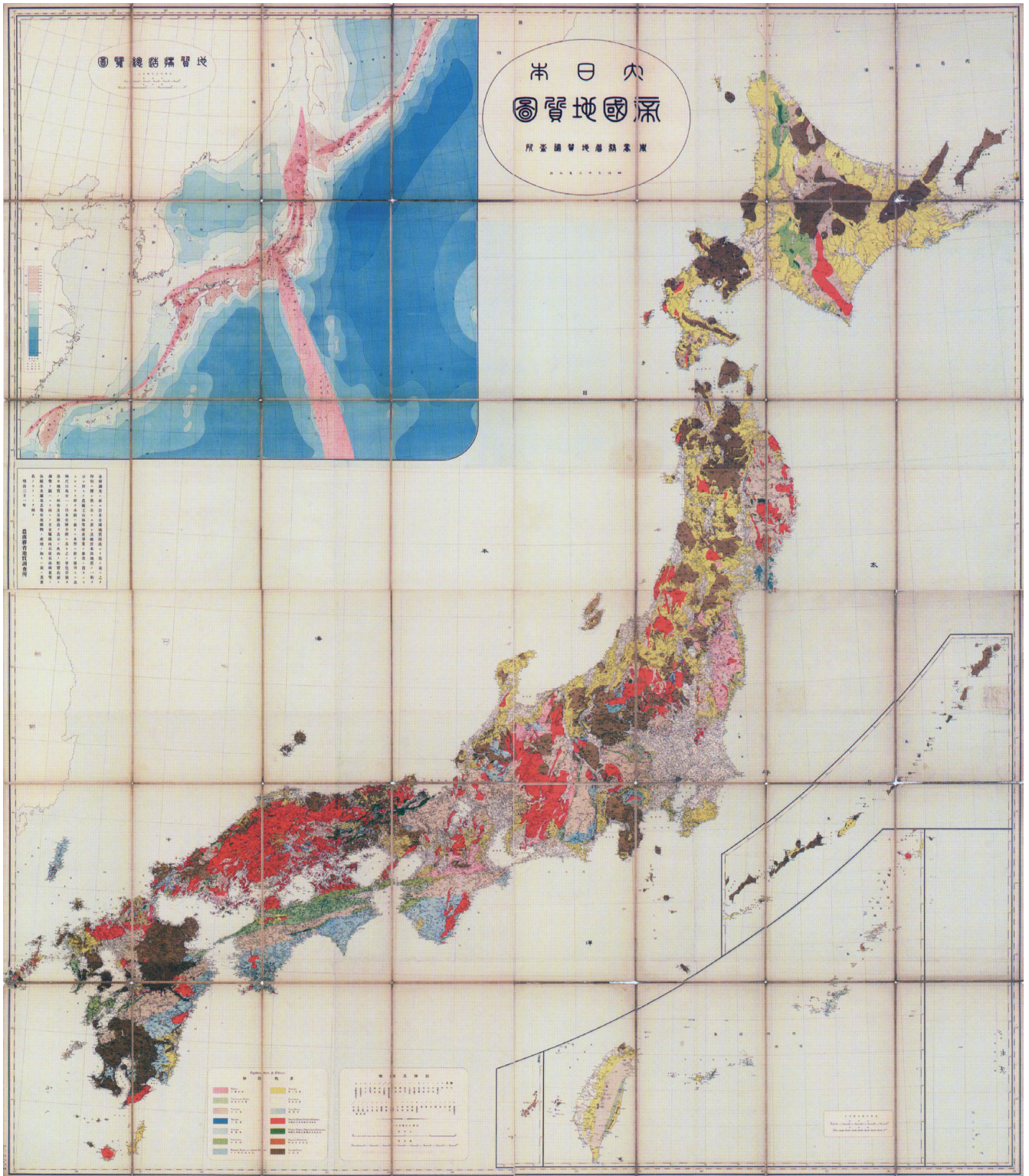
の帰属、空中磁気探査記録や地盤沈下観測、あるいは地震防災など時代の変化に対応して行われたボーリング調査結果などなど、あらゆる情報を総動員して東西日本の地質学的境界が議論されてきた。

本論では、100年を超す日本の地質学の歴史において、常に議論されてきた東北日本と西南日本の地質学的境界に関する問題の経緯を整理し、従来のモデル、すなわち“棚倉破碎帯境界モデル(第1図右)”が成り立たないこと、そして高橋(2006)で提案した“利根川構造線境界モデル”に至る過程を詳しく述べたい。とくに、東西日本の地質学的境界論争において、銚子にわずかに分布する基盤岩類と被覆層の帰属が、時に自然の巧妙なトリックとして、時に謎を解くための鍵として機能したことを示し、日本列島の更なる地質学的難題を紐解く視点を提示したい。

(第二話につづく)

文 献

- 地質調査所(1992a) 100万分の1日本地質図 第3版. 地質調査所.
- 地質調査所(1992b) 日本及び隣接地域地質図. 日本地質アトラス(第2版).
- 井上英二・本座栄一(1982) 日本周辺海底地質図(300万分の1), 日本地質アトラス, 第2版, 朝倉書店, 東京, 26-37.
- 加藤碩一・脇田浩二・菅原義明・宮野素美子・宮崎一博編(2011) 日本の地質図史. 地質調査総合センター研究資料集, no. 535, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 小川琢治(1899) 日本群島地質構造論. 地質学雑誌, 11, 413-423, 475-505, 537-560, 685-695, 810-812.
- 沖野郷子(2015) フィリピン海の磁気異常とテクトニクス. 地学雑誌, 124, 729-747.
- 高橋雅紀(2006) 日本海拡大時期の東北日本と西南日本の境界. 地質学雑誌, 112, 14-32.
- 玉木賢策(1992) 日本海の形成機構 新しい背弧拡大モデル. 科学, 62, 720-729.
- 脇田浩二・岡村行信・粟田泰夫(1992) 日本地質構造図. 日本地質アトラス, 第2版, 朝倉書店, 東京.
- 吉田 尚(1981) 東北日本の先新第三紀地体構造について. 構造地質研究会誌, no. 26, 3-29.



第4図 全国的な地質図幅作成業務を進めるべくナウマンが当時の内務卿伊藤博文に意見書を提出し、明治15年に農商務省直轄の地質調査所 (Geological Survey of Japan) が設立された。図は明治32年 (1899年) のパリ万国博覧会および第8回万国地質会議 (パリ) に出品された100万分の1大日本帝国地質図 (加藤ほか編, 2011)。東西日本の地質学的差異が既に示されている。

TAKAHASHI Masaki (2016) Geological problem for the tectonic boundary between Northeast and Southwest Japan. -The beginning-.

(受付: 2016年4月4日)