

東西日本の地質学的境界

【第三話】銚子の帰属

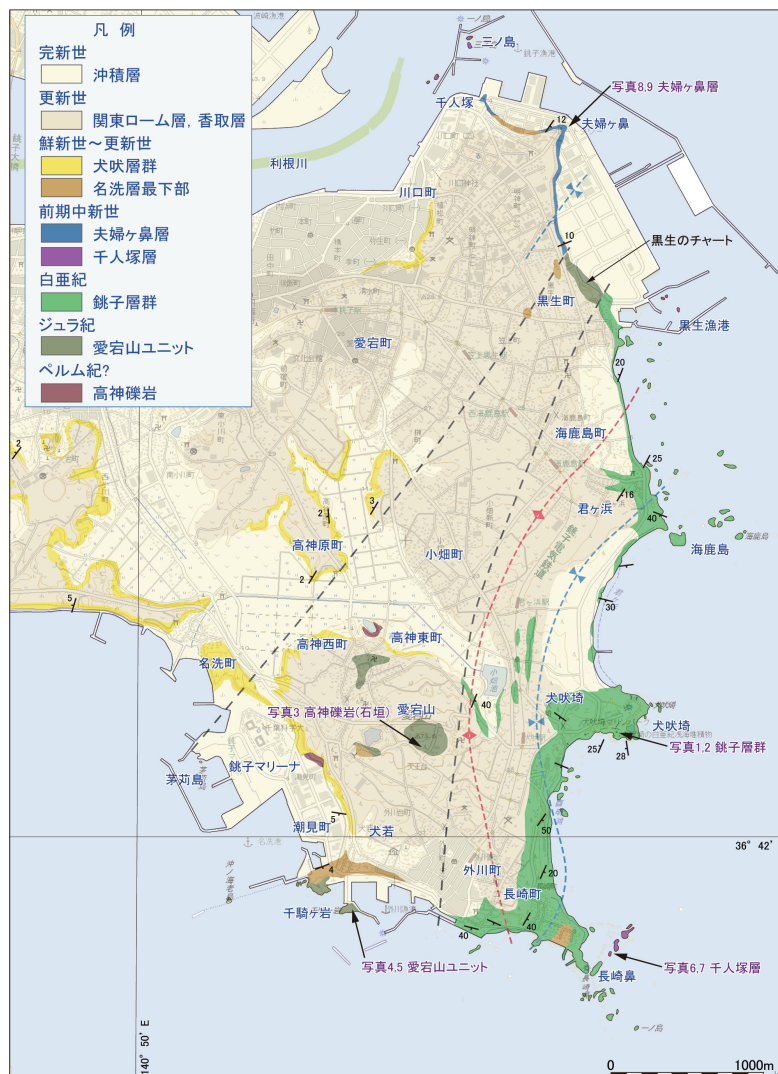
高橋雅紀¹⁾

1. 銚子の地質

関東山地と足尾山地との間に基盤岩類を分断する地質学的不連続が存在することは、本邦地質学の歴史において早い段階から指摘されていた。そして、この問題に対する議論は、地質学的データや地球物理学的情報の蓄積と共に変貌していった。当初は地表に露出する地質に基づく議論が中心であった。そのうち、東西日本の地質学的境界を推定

する上で最も重要な地質は、銚子にわずかに分布する先新第三系であった。関東平野の東端に位置する銚子の先新第三系は、銚子が関東山地の東方延長、すなわち西南日本外帯に帰属すると地質研究者に判断させるには、あまりも条件の揃った地質学的証拠となった。

銚子の地質図を、国土地理院の25,000分の1の地形図に重ねて示す(第1図)。銚子は首都圏から近く、またアンモナイトなど白亜紀の化石が産出することから、古く



第1図 銚子地域の地質図(高橋ほか, 2003をもとに作成)。

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：銚子、ジュラ紀付加体、西南日本外帯、秩父帯

から地質が詳しく調べられてきた(巨智部, 1910; 江原, 1915など)。それでは、銚子地域の地質の概要を整理しておこう。

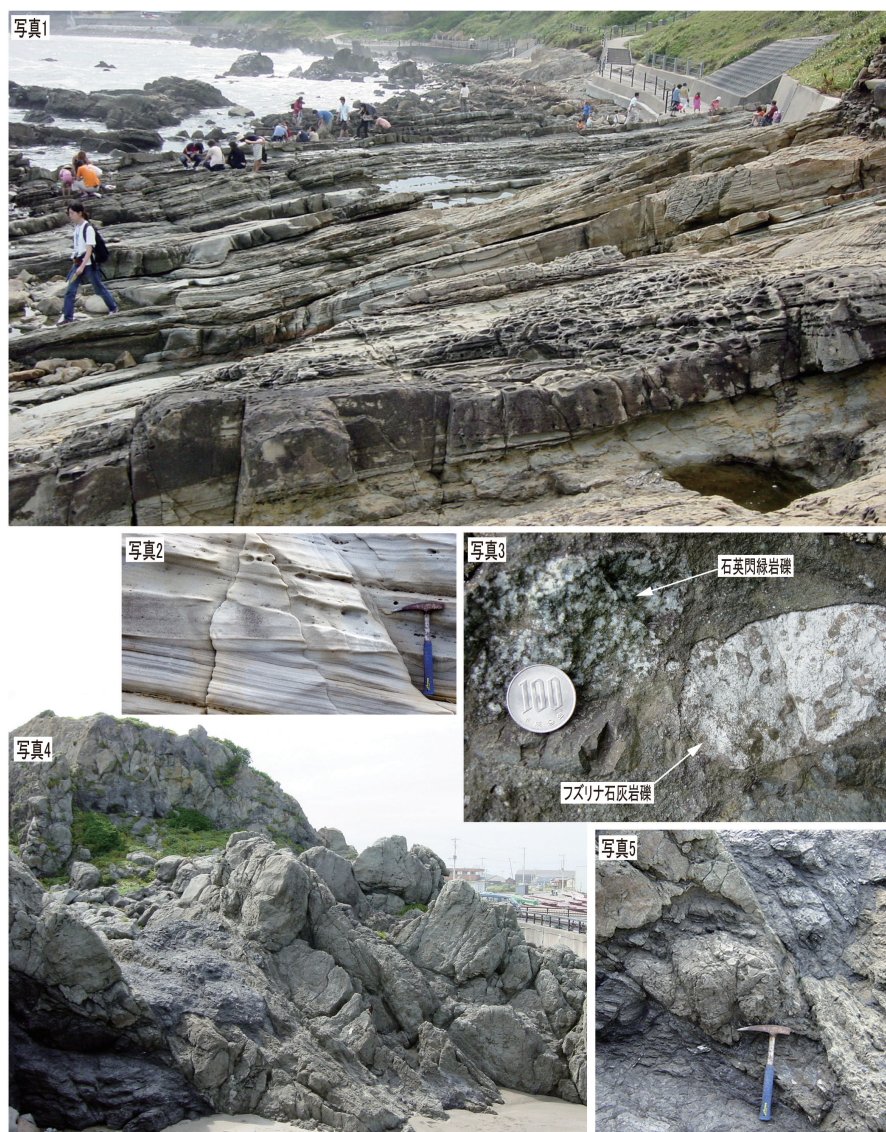
1.1 先白亜系(高神礫岩: 薄衣式礫岩?)

銚子地域の白亜紀より古い地層(先白亜系)は愛宕山層群(鹿股ほか, 1958; 尾崎, 1959)とされた地層であるが、現在では礫岩からなる高神礫岩(前田, 1953)と愛宕山ユニットに区別されている。高神礫岩はかつてジュラ紀付加体(愛宕山層群)に含まれる地層と考えられていたが、ペルム紀の花崗岩礫やペルム紀フズリナ石灰岩礫を含む非変形礫岩の特徴から付加体から切り離し、独立した地層区分に整理された(高橋, 2008)。一方、愛宕山層群とされた地層の残りはジュラ紀付加体であり、順番に積み重なった

地層ではなく、さまざまな地層や岩石が海溝で集積した地質体なので、愛宕山ユニットと改称されている。

さて、高神礫岩は高神東町付近の採石場跡(現在は貯水池となって水没)脇の人工崖に露出していたが、現在ではコンクリートによって被覆され観察できない。その工事に際し運び出されたと思われる礫岩が、愛宕山の山頂付近に位置する地球の丸く見える丘公園の石垣に使用されており、観察される典型的な高神礫岩は、現在ではこの石垣のみとなった(第2図の写真3)。愛宕山の西側の潮見町に露出する細礫岩も高神礫岩と推察されるが、岩相のみで愛宕山ユニットと区別することは難しい。高神礫岩は含まれるペルム紀のフズリナ石灰岩礫等によって、南部北上山地のいわゆる薄衣式礫岩として注目された(加納, 1958)。

高神礫岩は中礫~大礫サイズの淘汰の悪い円礫岩で、礫



第2図 銚子の先新第三系基盤岩類。浅海相(写真2)を示す白亜系銚子層群(写真1)の変形は軽微であるが、ジュラ紀付加体である愛宕山ユニット(写真4,5)は剪断変形が著しい。いわゆる薄衣式礫岩とされた高神礫岩(写真3)の堆積年代は不明であるが、先ジュラ系と推察される。

種として頁岩、砂岩、チャート、石灰岩のほか、花崗岩類や火山岩類、変成岩類が認められる。石灰岩礫からはペルム紀後期のフズリナ化石が知られている(尾崎, 1959; 前田, 1959; Sakagami, 1965 など)。一方、高神礫岩を特徴づける深成岩礫は角閃石黒雲母花崗閃緑岩や角閃石黒雲母トータル岩からなり、黒雲母や角閃石について 254 ~ 270 Ma (1Maは百万年) の K-Ar 年代が得られている(戸邊ほか, 2006)。同様の年代を示すペルム紀の花崗岩としては、関東山地の北縁の三波川変成岩の上にクリッペ(根無し)の岩体)として重なる金勝山石英閃緑岩体が知られている(高木ほか, 1989; 端山ほか, 1990)。また、三波川変成岩の上に乗る白亜紀の地層(跡倉層)の礫岩中に含まれる深成岩礫からも、同様の年代値が得られている(高木ほか, 1992)。

さらに広い範囲に目を向けると、中部地方の兵越花崗岩(204 ~ 252 Ma: 柴田ほか, 1993) や九州東部の臼杵川石英閃緑岩(252 ~ 276 Ma: 高木ほか, 1997) などがあり、いずれも三波川帯の縁辺や黒瀬川帯に分布する。このように、ペルム紀の礫を特徴的に含む高神礫岩は、南部北上帯のいわゆる薄衣式礫岩との類似性や、西南日本外帯に断片的に残存する花崗岩クリッペとの関連で議論されている(戸邊ほか, 2006 など)。したがって、高神礫岩は東北日本と西南日本の基盤地質をつなぐ鍵といえる。

1.2 先白亜系(愛宕山ユニット: ジュラ紀付加体)

銚子地域の主たる基盤岩は、ジュラ紀付加体と考えられる愛宕山ユニットである。愛宕山周辺の採石場(跡)や千騎ヶ岩付近には剪断変形の著しい砂岩や頁岩が露出し、一見して付加体であることが理解される(第2図の写真4と写真5)。いわゆるジュラ紀の付加体は、海洋プレート起源の海洋底玄武岩(いわゆる緑色岩)や海山の上に堆積した石灰岩、深海底で堆積したチャートなどが、陸から海溝に供給された砂や泥からなる基質中に異質ブロックとして取り込まれた混在岩である。それらは、付加した際の変形だけでなく、地下深部に引きずり込まれる過程や、地表に隆起・露出する過程で様々な変形を被っている。

銚子地域では黒生付近に三畳紀のチャート(國廣ほか, 1984) やフズリナ化石を含む石灰岩塊(山根, 1924; Hanzawa, 1950) が確認されており、それらは愛宕山ユニットに取り込まれている異質ブロックと考えられている。海溝で付加体が形成されたタイミングは、このチャートの堆積年代よりも新しいはずなので、愛宕山ユニットはジュラ紀の付加体であると推定された(高橋, 1990)。ジュラ紀の付加体は、西南日本内帯のいわゆる美濃・丹波

帯や外帯の秩父帯、フォッサマグナ以北では足尾帯や八溝帯、さらに北部北上帯など、日本列島の基盤岩のうち最も広く分布している地質体である。

1.3 白亜系(銚子層群: 前弧堆積盆堆積物)

銚子地域で最も良く調査されているのは、白亜系銚子層群であろう。銚子の東海岸は海食崖が発達し、黒生付近から半島東南端までのおよそ 5 km に亘って銚子層群が露出している。観光名所である犬吠埼の灯台の下には、太平洋の荒波に磨かれた地層が露出している(第2図の写真1)。現在では、変形が著しい愛宕山ユニットと銚子層群は断層関係にあるが、初生的には白亜系銚子層群はジュラ紀付加体である愛宕山ユニットの上に堆積したと考えられる(鹿間・鈴木, 1972)。

銚子層群はアンモナイトやトリゴニアなどの化石を産出することから、古くから古生物学的・層序学的研究がなされてきた(小島ほか, 1975; Obata *et al.*, 1982 など)。さらに、銚子層群に関する堆積学的検討も多く、積算層厚が 1,000 m に達するこの地層が、ストームによって支配された上部外浜から下部外浜、さらに陸棚から大陸斜面上部の堆積物からなるとされている(Katsura *et al.*, 1984; 石垣・伊藤, 2000)。

銚子層群は下位より海鹿島層(187m+)、君ヶ浜層(146m+)、犬吠埼層(362m+)、西明浦層(100m+)、および長崎鼻層(140m+) に区分されている(Obata *et al.*, 1982)。最下部の海鹿島層は礫岩と砂岩からなり、堆積年代は産出する化石によってバレミアン前期と考えられている。君ヶ浜層は砂岩・泥岩互層からなり、海鹿島層に整合に重なる。多数の化石が産出し、バレミアン前期の年代が推定されている。犬吠埼層は斜交層理(第2図の写真2)が発達する粗粒砂岩を主とし、砂岩・泥岩互層を挟む。浅海域を示す堆積構造のほか、生痕化石や炭質物化石が観察される。アンモナイトや有孔虫化石により、堆積年代は後期アプチアンの前期と考えられている。西明浦層は泥岩と細粒~中粒砂岩の互層からなり、多数の化石を産出する。堆積年代は後期アプチアンの前期と考えられている。最上位の長崎鼻層は塊状中粒砂岩からなり、泥岩の薄層を挟む。斜交層理が観察され、多くの植物化石片のほか琥珀も含まれるが、年代決定に有効な化石の産出は乏しい。

このように、銚子層群の年代はバレミアン前期から後期アプチアンであるが、銚子層群を不整合に覆う新第三系名洗層の基底礫岩から、アルビアン後期を示すアンモナイト化石が報告されている。したがって、銚子地域には少なくとも前期白亜紀を通じて海成層が連続的に厚く堆積して

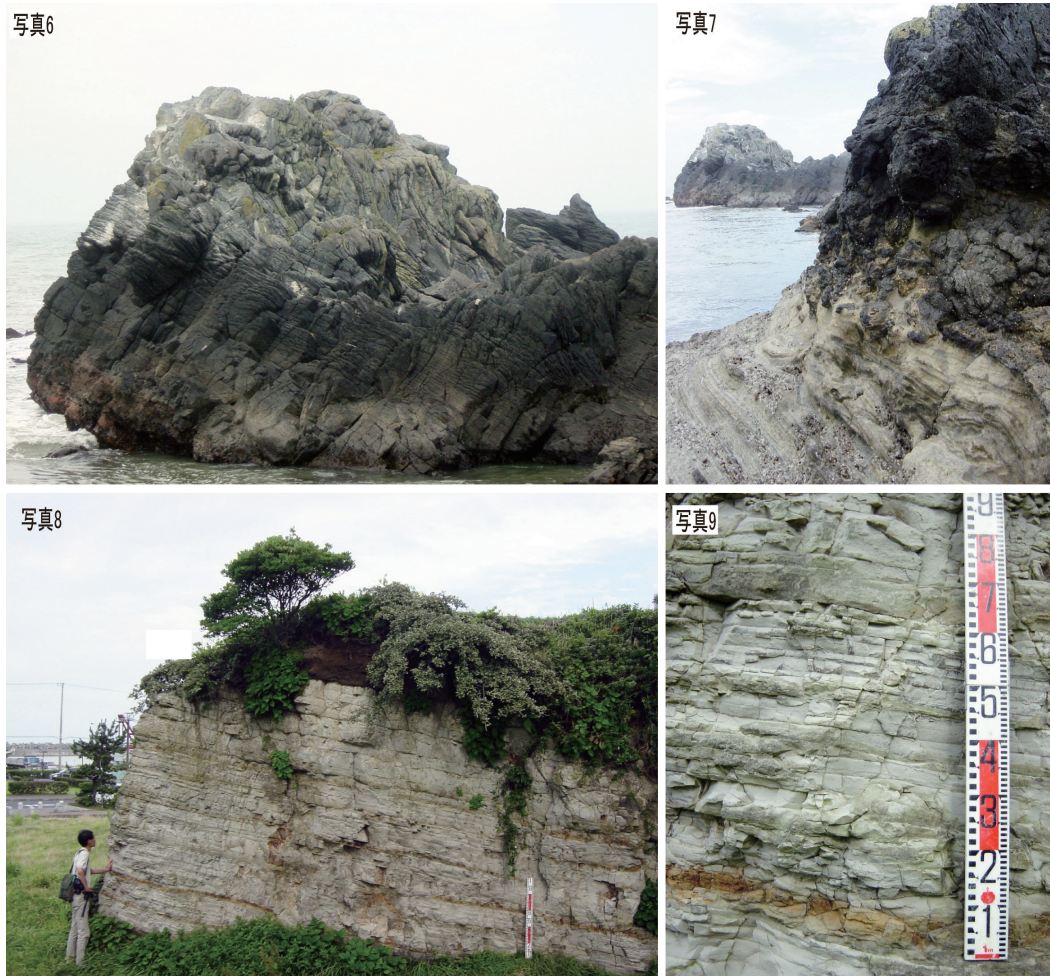
いたと推定される。

1.4 下部中新統（千人塚層：陸上に噴出した溶岩流）

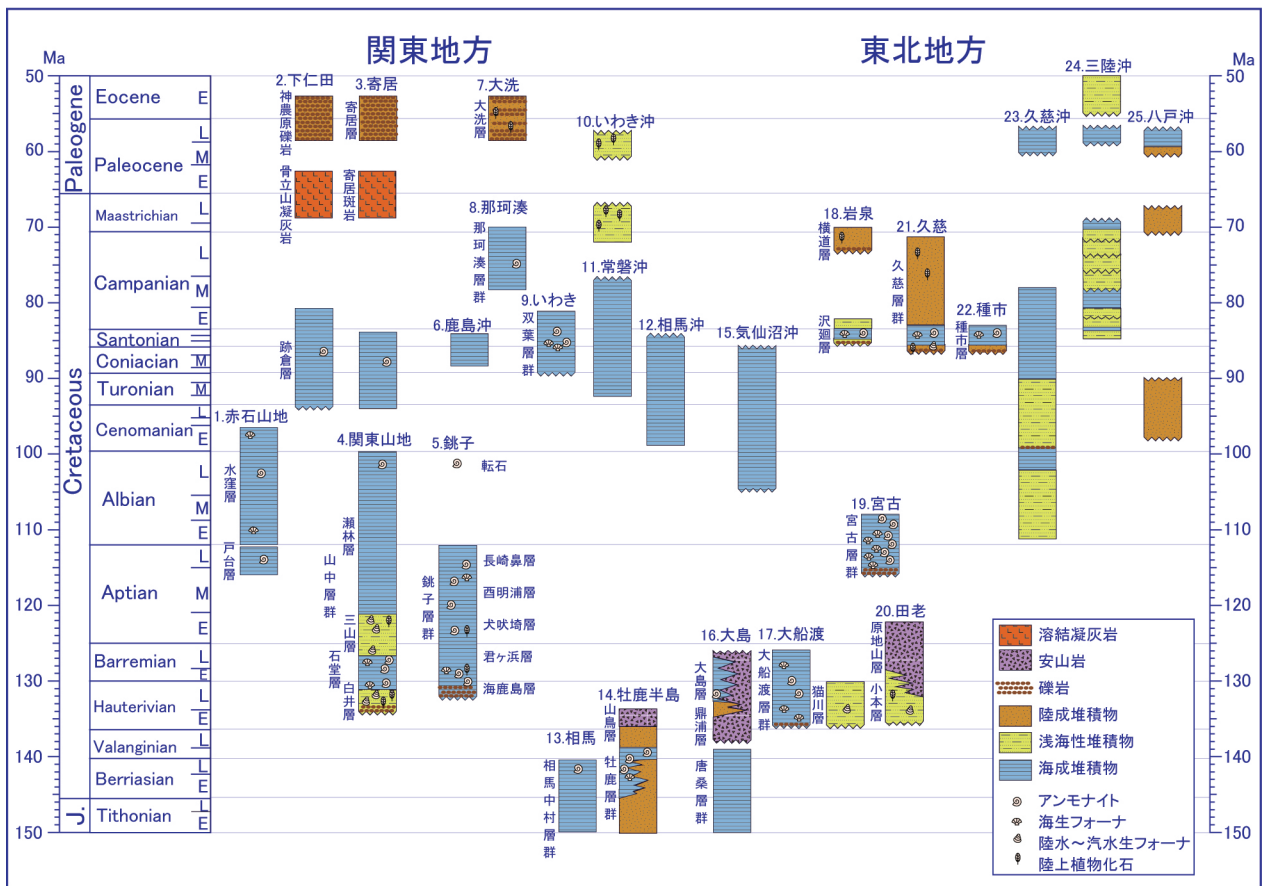
銚子地域には、下部白亜系銚子層群を不整合に覆う中新統がわずかに分布している。銚子地域の北東端には海成の泥岩層が、一方、南東端には溶岩流がわずかに分布している。かつてこれらの地層は同時期の堆積物と考えられていて、夫婦ヶ鼻層と一括されていた。ところが、前期中新世と推定される夫婦ヶ鼻層の微化石年代と、火山岩について測定された1,300万年前後の放射年代とが一致せず、長らく未解決の問題であった。最終的には夫婦ヶ鼻層の珪藻化石が珪藻化石帯(Yanagisawa and Akiba, 1998)の *Crucidentacula kanayae* 帯の下部に対比されることが判明し、その年代が1,690～1,650万年前に確定した。一方、火山岩については2,100万年前後を示すK-Ar年代が測定され、夫婦ヶ鼻層の海成層とは形成時期が異なることが明らかにされた。そのため、海成泥岩からなる夫婦ヶ鼻層

と、安山岩溶岩流と凝灰岩からなる千人塚層^{せんじんづか}に再定義された(高橋ほか, 2003)。その後、千人塚層の溶岩流については、2,200～2,300万年の⁴⁰Ar-³⁹Ar年代(誤差はいずれも27万年)が得られ、千人塚層と夫婦ヶ鼻層は数百万年も年代の異なる別個の地層であることが確定した(Hanyu et al., 2006)。

千人塚層は古銅輝石安山岩溶岩流を挟む凝灰質砂岩からなる。銚子地域南東端の長崎鼻付近の海岸には、層理の明瞭な凝灰質砂岩の上に噴出した節理の発達した安山岩溶岩流が観察される(第3図の写真6と写真7)。溶岩流の下部には赤色酸化したクリンカが明瞭で、陸上噴出した溶岩流であることが分かる。層理が発達した凝灰質砂岩は、浅い湖沼など陸水環境下で堆積したものであろう。一方、黒生漁港付近にも塊状溶岩と角礫状溶岩が観察されるが、凝灰質砂岩等は観察されない。すぐ近くの露頭には白亜系銚子層群の礫岩層が分布していることから、それらの上に噴出した溶岩流であると推定される。



第3図 銚子の中新統。陸上に噴出した溶岩流の下部には赤色酸化したクリンカが観察される(写真6)。この溶岩流を挟む成層した凝灰質砂岩は湖沼など陸成層であろう(写真7)。一方、深い海底に堆積した夫婦ヶ鼻層は珪藻化石を多産する(写真8)。この泥岩は層理が明瞭で生物擾乱は乏しい(写真9)。写真撮影位置は第1図を参照。



第4図 東北日本の陸域および海域に分布する白亜系の年代層序 (安藤, 2005 等を元に作成). 下部白亜系銚子層群は, 関東山地の山中層群に年代対比される.

他方、長崎鼻の溶岩流については古地磁気測定がなされ、安定な熱残留磁化が確認されている(高橋ほか, 2003)。溶岩流を挟む細粒堆積物の走向・傾斜をもとに傾動補正を施すと、現在の真北に対して若干西に偏った残留磁化方位が復元される。地磁気には永年変化やエクスカージョンなど短期間の方位の変化が含まれるため、それらの影響を相殺するためには、ある程度の年代をカバーした古地磁気方位を平均する必要がある。そのため、溶岩流が噴出・冷却後に銚子地域が回転運動を被ったか否かを、千人塚層の古地磁気データのみで確定することはできない。

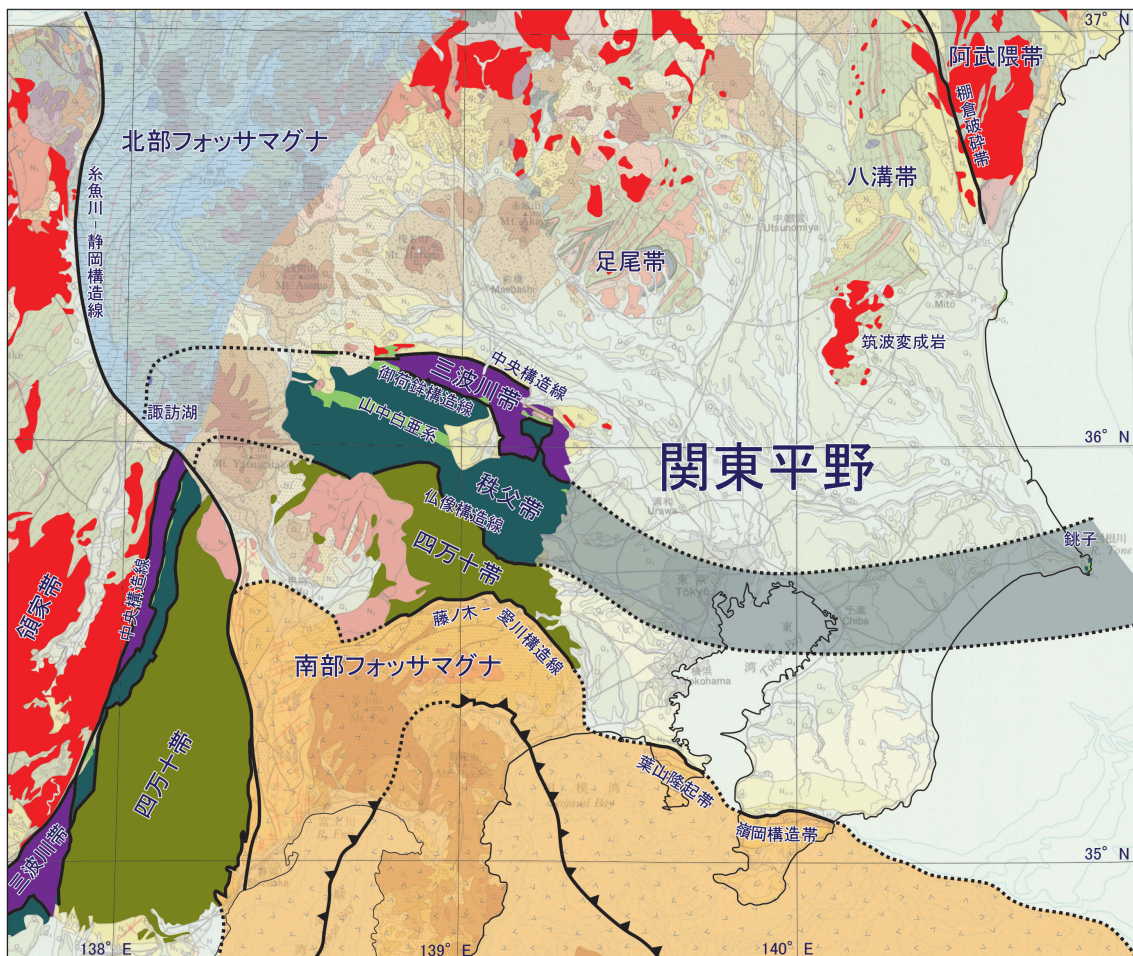
しかしながら、千人塚層の堆積後に発生した日本海の拡大に伴い、時計回りに大きく回転した西南日本の下部中新統は、大きく東偏した古地磁気方位を示している(Otofujii *et al.*, 1985 など)。仮に、銚子地域が西南日本に帰属していたとしたならば、同様に東偏した古地磁気方位が予想される。したがって、北向きを示す千人塚層の古地磁気方位から、銚子地域は少なくとも西南日本とは別個の回転運動を被った(そもそも回転しなかった)可能性が示唆される。

銚子地域の火山活動はその火山岩岩石学的特徴だけでなく、明らかに前期中新世の火山フロントに対して海溝寄りに単発的に発生した非常に特異な現象である。

1.5 下部中新統(夫婦ヶ鼻層:前弧堆積盆堆積物)

夫婦ヶ鼻層(植田, 1933)は珪藻化石を多産する海成層で、現在では銚子地域北東端の銚子ポートタワー脇の露頭においてのみ観察することができる(第3図の写真8)。岩相は厚さが数 cm 程度に成層した暗灰色の泥岩で、細粒砂岩の薄層を挟有する。層理面が明瞭で生物擾乱が少ない(第3図の写真9)。

黒生付近では、夫婦ヶ鼻層と愛宕山ユニットが正断層で接していたとされるが(鈴木ほか, 1974)、他の地質体との関係は今では確認できない。現在では厚さ数メートル程度しか残されていない夫婦ヶ鼻層は、かつては高さ20mほどの海食崖に露出していたことが古い写真から読みとれる(Ozaki, 1958)。夫婦ヶ鼻層は、初生的には愛宕山ユニットや白亜系銚子層群、あるいは千人塚層を不整合に



第5図 銚子の愛宕山ユニットが関東山地の秩父帯に連続するとする地帯対比モデル。銚子にわずかに露出する下部白亜系銚子層群が関東山地の山中層群に直接年代対比されることが、この対比モデルの重要な根拠となっている。

覆っていたと推定される。

夫婦ヶ鼻層の堆積場は、産出した砂質有孔虫化石によって、外部浅海帯から上部漸深海帯(およそ 100～数百メートル)と推定されている(Matoba, 1967)。夫婦ヶ鼻層の堆積年代は珪藻化石生層準の D30 (1,690 万年前) から D33 (1,650 万年前) の間に限定されている(高橋ほか, 2003)。

2. 関東山地との類似と銚子の帰属

さて、銚子の地質を概観してみると、非常に限られた範囲であるにも関わらず、様々な年代の多様な地層が分布していることが分かる。それらのうち、地体構造論においてとくに重要視されてきたのが、ジュラ紀付加体である愛宕山ユニットと白亜系銚子層群の組み合わせであった。

愛宕山ユニットは、岩相の類似性から関東山地のジュラ紀付加体、すなわち地帯区分では秩父帯に対比されてきた。一方、銚子層群の年代は前期白亜紀であり、関東山地では、秩父帯の中軸部に帯状に分布する山中地溝帯^{さんちゅう}の白亜系山中層群に年代対比される。一方、東北日本の太平洋沿岸に沿って白亜系が断続的に分布しているが、銚子層群に年代対比される地層は、岩手県に分布する大船渡層群や宮古層群を除いてまとまった分布が見られない(第4図)。そのため、関東山地の山中層群は、関東平野の厚い第四系に被覆されて一旦地下に隠れてしまうが、その東方の銚子において銚子層群として再び地表に露出すると考えられてきた。

このように、銚子にわずかに分布するジュラ紀付加体(愛宕山ユニット)と関東山地のジュラ紀付加体である秩父帯の類似性だけでなく、その上に堆積した下部白亜系銚子層群と関東山地の白亜系山中層群との年代の一致によって、銚子が関東山地の東方延長であるとの見解が広がっていった。あわせて、関東地方の空中磁気異常や関東平野で掘削されたボーリング調査結果などもことごとくその対比を支持し、銚子が関東山地の東方延長、すなわち西南日本外帯であることが徐々に確立されていった(第5図)。

(第四話につづく)

文 献

- 安藤寿男(2005) 東北日本の白亜系 - 古第三系蝦夷前弧堆積盆の地質学的位置づけと層序対比. 石油技術協会誌, **70**, 24-36.
- 江原真伍(1915) 下総国銚子町附近の白堊層及び古生層に就きて. 地質学雑誌, **22**, 235-238.
- Hanyu, T., Tatsumi, Y., Nakai, S., Chang, Q., Miyazaki, T., Sato, K., Tani, K., Shibata, T. and Yoshida, T. (2006) Contribution of slab melting and slab dehydration to magmatism in the NE Japan arc for the last 25 Myr: Constraints from geochemistry. *Geochem. Geophys. Geosys.*, **7**, 1-29.
- Hanzawa, S. (1950) On the occurrence of the foraminiferal genera, *Eoverbeekina*, *Nankinella*, and *Sphaerulina* from Japan. *Short papers from the Institute of the Geology and Paleontology, Tohoku University, Sendai*, no. 2, 1-12.
- 端山好和・柴田 賢・内海 茂(1990) 関東山地北縁の2・3の岩石の放射年代. 地質学雑誌, **96**, 319-322.
- 石垣朝子・伊藤 慎(2000) ハンモック状ベッドフォームのサイズ分布 - 千葉県北東部, 下部白亜系銚子層群を例として - . 地質学雑誌, **106**, 472-481.
- 鹿股信夫・千坂武志・渡辺貞夫・本城義敏(1958) 銚子半島の地質学的研究. 「日本の後期中生界」研究連絡誌, no. 7, 96-104.
- 加納 博(1958) 銚子半島の含花崗岩質礫岩(“高神礫岩”) - 含花崗質岩礫岩の研究(その5). 地質学雑誌, **64**, 551-556.
- Katsura, Y., Masuda, F. and Obata, I. (1984) Storm-dominated shelf sea from the Lower Cretaceous Choshi Group, Japan. *Ann. Rep. Inst. Geosci. Univ. Tsukuba*, no. 10, 92-95.
- 巨智部忠承(1910) 20万分の1地質図幅「千葉」および同説明書. 地質調査所.
- 國廣俊二・斉藤 晴・坂上澄夫(1984) 銚子半島“黒生チャート”から三疊紀コノドント発見. 地学雑誌, **93**, 341-343.
- 前田四郎(1953) 銚子半島高神礫岩の地質時代. 房総, no. 1, 4.
- 前田四郎(1959) 銚子半島高神礫岩の地質時代について. 千葉大学文理学部紀要, **3**, 75-80.
- Matoba, Y. (1967) Younger Cenozoic foraminiferal assemblages from the Choshi district, Chiba

- Prefecture. *Sci. Rep. Tohoku Univ., Second Ser. (Geol.)* **38**, 221-263.
- 小島郁夫・萩原茂雄・神子茂男(1975) 白亜系銚子層群の時代. 国立科学博物館(東京)研究報告, no. 11, 1-15.
- Obata, I., Maiya, S., Inoue, Y. and Matsukawa, M. (1982) Integrated mega and microfossil biostratigraphy of the Lower Cretaceous Choshi Group, Japan. *Bull. Natl. Sci. Mus., Tokyo, Ser. C*, **8**, 145-179.
- Otofuji, Y., Matsuda, T. and Nohda, S. (1985) Opening mode of the Japan Sea inferred from the paleomagnetism of the Japan arc. *Nature*, **317**, 603-604.
- 尾崎 博(1959) 銚子の古生代礫岩の層位学的研究. 国立科学博物館研究報告, **4**, 188-201.
- Ozaki, H. (1958) Stratigraphical and paleontological studies on the Neogene and Pleistocene formations of the Tyosi district. *Bull. Natl. Sci. Mus. Ser. C*, **4**, 1-182.
- Sakagami, S. (1965) Revision of the Takagami Conglomerate, Choshi Peninsula, and descriptions of the Permian Bryozoa from its limestone pebbles. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.* **57**, 1-7.
- 柴田 賢・高木秀雄・稲崎富士・内海 茂(1993) 赤石山地, 青崩峠地域の戸台構造帯の花崗岩類とその放射年代. 地質学雑誌, **99**, 135-144.
- 鹿間時夫・鈴木茂樹(1972) 千葉県銚子半島の地質—白亜系を中心として—. 横浜国立大学理科紀要, **II**, **19**, 133-157.
- 鈴木 信・平野登志枝・加瀬靖之(1974) 1. 銚子半島. 地学のガイド編集委員会編, 「千葉県地学のガイド—千葉県の地質とそのおいたち—」, 19-33, 森重出版.
- 高木秀雄・柴田 賢・内海 茂・藤森秀彦(1989) 関東山地北縁部の花崗岩類の K-Ar 年代. 地質学雑誌, **95**, 369-380.
- 高木秀雄・柴田 賢・内海 茂・山田隆司(1992) 関東山地北縁部, 跡倉層中の花崗岩礫の K-Ar 年代. 地質学雑誌, **98**, 971-974.
- 高木秀雄・柴田 賢・鈴木和博・田中 剛・上田 寛(1997) 九州東部, 白杵—八代構造線沿いの白杵川石英閃緑岩の同位体年代とその地質学的意義. 地質学雑誌, **103**, 368-376.
- 高橋雅紀(2008) 3.4.1 銚子地域. 日本地質学会編, 日本地方地質誌3「関東地方」, 193-196.
- 高橋雅紀・須藤 斎・大木淳一・柳沢幸夫(2003) 千葉県銚子地域に分布する中新統の年代層序. 地質学雑誌, **109**, 345-360.
- 高橋直樹(1990) 銚子半島先白亜系愛宕山層群の地質—岩相記載と形成過程に関する考察—. 千葉県立中央博物館自然史研究報告, no. 1, 1-13.
- 戸邊恵里・高木秀雄・高橋雅紀(2006) 銚子半島先白亜系愛宕山層群中の花崗岩礫の K-Ar 年代. 地質学雑誌, **112**, 98-103.
- 植田房雄(1933) 房総・三浦半島に発達する新生代層の層序. 地質学雑誌, **40**, 799-801.
- 山根信次(1924) 銚子付近の地質概観. 地学雑誌, **36**, 420-424.
- Yanagisawa, Y. and Akiba, F. (1998) Revised Neogene diatom biostratigraphy for the northwest Pacific around Japan, with an introduction of code numbers for selected diatom biohorizons. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **106**, 395-414.

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

(受付: 2016年4月4日)