

東西日本の地質学的境界

【第五話】鍵は夫婦ヶ鼻層

高橋雅紀¹⁾

1. そもそも

銚子が地質学的には関東山地の東方延長に相当する、すなわち西南日本外帯に位置づけられることは、中・古生界を対象とする日本の地質研究者にとってはあまりにも自明のこととなった。そして、東北日本と西南日本の地質学的境界が棚倉破碎帯であることも、中・古生界を対象とする日本の地質研究者にとって地質学的常識となった。そのような中でも、銚子が西南日本ではなく東北日本に属するのではないかと考える研究者が、全くいなかったわけではない。

銚子から発見されるアンモナイト化石は、実は白亜系銚子層群以外からも産出している。銚子の南端に露出する“名洗層”^{なあらい}の基底礫岩から、多数の二枚貝や巻き貝、腕足類の化石に混じってアンモナイトの化石が産出することは、化石マニアにはよく知られている。名洗層は、屏風ヶ浦の海食崖に全面露出している犬吠層群の最下部層である。犬吠層群の年代は鮮新世～更新世であるが、ここでいう“名洗層”は屏風ヶ浦から離れた場所に分布しており、屏風ヶ浦の名洗層に含まれるのかどうか問題が指摘されている。いわゆる“新しい名洗層”と“古い名洗層”の問題で、アンモナイトが産出するのは後者である。その年代は有孔虫化石によって後期中新世と推定されている (Matoba, 1967)。

“名洗層”の問題はさておき、ここで議論すべきは、この礫岩層から白亜紀のアンモナイトだけでなく、ジュラ紀のアンモナイトも誘導化石として産出していることである (小島ほか, 1975; 小島・松川, 2005)。そして、それらの保存状態が、地層中の圧力による変形をひどく受けたとは考えにくいとする指摘である。小島・松川(2005)は、「その原型の保存状態は、時代的にほぼ同時代の堆積物である東北日本の相馬中村層群に匹敵する」と記述している。

そもそも、銚子に露出する白亜系銚子層群は、層相や構造の点に着目すると陸中海岸の宮古層群に類似すると

して、かつては東北日本に含まれると考えられてきた (Matsumoto, 1954; 山下, 1957)。ところが、茨城県の東海岸に露出する白亜系那珂湊層群が、中央構造線の北縁に沿って連続する和泉層群の東方延長と指摘 (田中, 1970) され、銚子も含めて西南日本に帰属するとの見解が広まった。すでに述べたように、その後に取得された地質学的・地球物理学的データのほとんどは、銚子が地体構造論的には西南日本に帰属することを支持する。

そのような状況で、小島・松川(2005)は「西南日本の最も重要な特徴は新生代前半までの古期岩類が帯状配列を示すことであって、各岩層が構造的な変形を強く受けている。・・・中略・・・銚子の地質構造は、関東山地のものに比して、構造が遙かに単純で、被った続性作用は弱く、孔隙率が大きく、固結度も低い。」と指摘し、銚子のジュラ紀付加体(愛宕山ユニット)を、関東山地の秩父帯(西南日本外帯)の要素と即断することはできないと主張している。ただし、彼らは棚倉破碎帯が那珂湊の東を通過し、さらに銚子の西を通過するとの解釈を提案している。それは、那珂湊は西南日本に帰属するが銚子は東北日本に属することになり、山下(1970)と同様、東西日本の境界が棚倉破碎帯であるとするこれまでの地質学的常識を大枠では受け入れていることになる。

今から思えば、日本の地質学におけるターニングポイントとなるべき指摘であったが、この論文を読んでいる地質研究者は非常に限られるであろうし、ましてやこのコメントに気を留めた地質研究者は皆無であったろう。地質学では、大きなハードルを越える直前まで辿り着いていながら、最後のひと越えができずに終わってしまった事例は少なくない。

この最後のひと越えには、日本海の拡大を考慮しなければならない。それは、新生代の出来事であった。古生代や中生代の地層は新生代の地殻変動も被っているはずである。ところが、新生代の出来事は新生代を対象とする地質研究者が担っている。古生代や中生代の地層を対象とする

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：日本海の拡大、銚子層群、珪藻化石、前弧堆積盆

地質研究者は、最後のひと越えに必要な鍵を手にすることができなかったのかもしれない。

さて、東西日本の地質学的境界に関する一連の論争は、古生代や中生代の地層を対象とする地質研究者の問題であって、新生代の地層を対象とする日本の地質研究者にとって直接関係するものとは思われなかった。それは、東西日本の境界問題が中・古生界の地質学的相違に基づく問題であり、新生代の地層に基づく東西日本の相違や境界問題ではないからである。そのため、東西日本の境界問題に積極的に取り組む新生界の研究者はほとんどいなかった。私も含め、彼らにとって東西日本の地質学的境界が棚倉破砕帯であることは、単に地質学の教科書に書かれている知識のひとつであって、あえてそれを疑うことはなかった。その境界は新生代以前にはすでに存在していた地質学的境界であり、新生代の地質学的研究においては既存の断層のひとつに過ぎないと思われていたのである。

このように、東西日本の地質学的境界が、阿武隈山地と八溝山地の間を走る棚倉破砕帯であることを疑う地質研究者は皆無であった。その理由は、銚子が地質学的には西南日本に帰属することが確定的であったからに他ならない。そして、銚子が西南日本外帯に属する証拠は、ジュラ紀付加体(愛宕山ユニット)と下部白亜系(銚子層群)であった。しかしながら、この論理には根本的に受け入れがたい欠陥が含まれている。現在の日本列島は、いくつかの島弧が連結して弧状列島をなしている。本州についてみれば、おおよそ関東地方を境に東北日本と西南日本に大別できるが、その区分はそれぞれが別個の沈み込み帯に属しているからに他ならない。すなわち、太平洋プレートが沈み込む東北日本とフィリピン海プレートが沈み込む西南日本として、地質学的に区分する根拠が与えられよう。

ところが、前期中新世の後半のおよそ2,000～1,500万年前に日本列島は大陸から分離・移動し、その背後に日本海が広がった。日本海の拡大後も東北日本には太平洋プレートが沈み込み続けるが、西南日本にはフィリピン海プレートが沈み込むことになる。ということは、日本海および四国海盆の拡大以前のおよそ2,500万年前には、日本列島はユーラシア大陸の東縁に沿う一連の陸弧であったはずである(第1図)。

四国海盆の拡大は九州付近から開始したと推定されることから(高橋, 2006)、日本列島が陸弧であった新第三紀以前には、西南日本には東北日本と同様に太平洋プレートが沈み込んでいたことになる。すなわち、ひとつながりであった当時の陸弧は、同一の沈み込み帯に属していたと考えられる。したがって、当時の陸弧には東北日本と西南日

本を区別する地質学的要因は存在しなかったはずである。換言するなら、東北日本と西南日本は日本海の拡大によって地質学的に区別する事象が発生したわけだから、それより古い古生代や中生代の地層や岩石の地質学的相違を根拠に東西日本を区分することはそもそも不可能である。では、日本列島の地質は、どのようにして東北日本と西南日本に区分したらよいのであろうか。

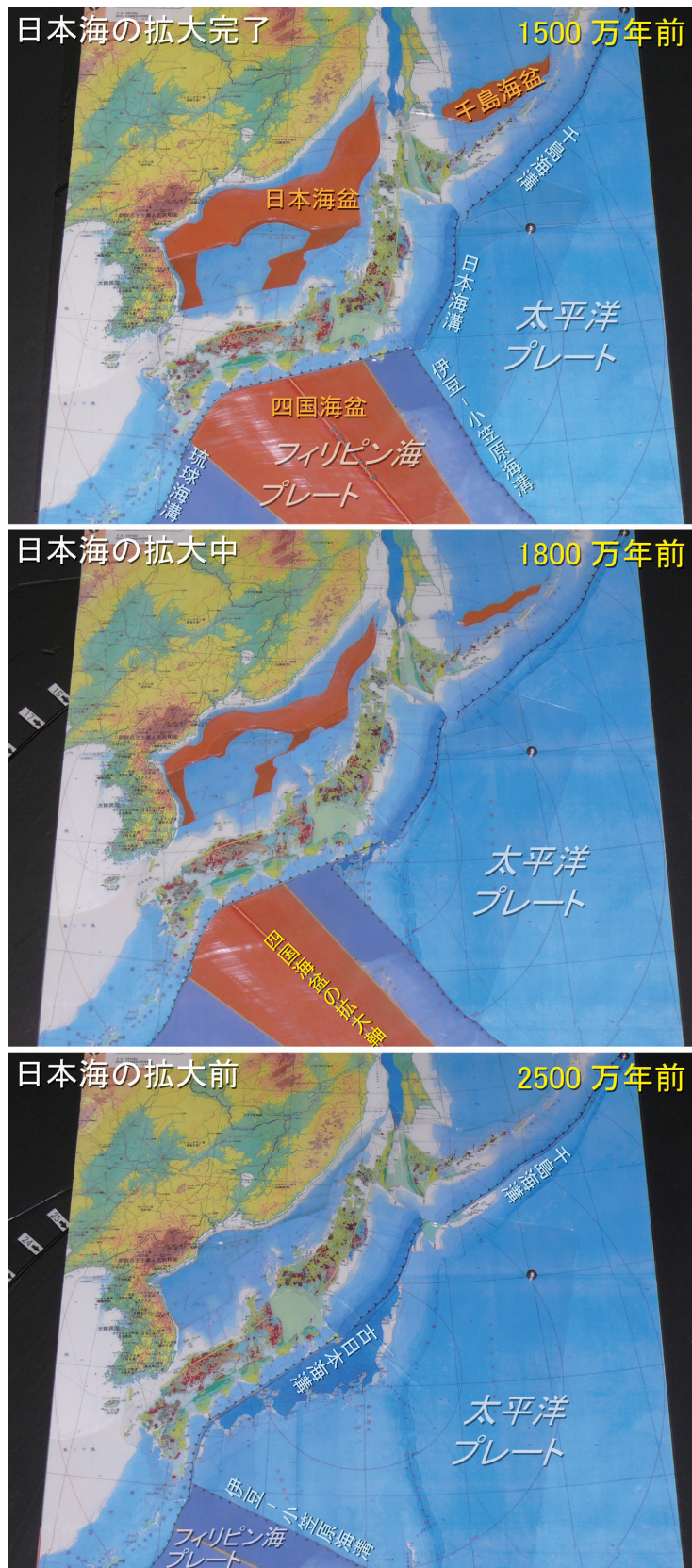
2. 夫婦ヶ鼻層：東北日本の前弧堆積盆

そのような矢先、些細な偶然から、銚子が地質学的には東北日本に帰属する可能性が示唆されることとなった。そのきっかけとなったのは、銚子のシンボルであるマリントワーの横の小さな露頭である。夫婦ヶ鼻層と呼ばれる成層した海成の泥岩層は、かつては銚子の北東の海食崖に連続して露出していたことが古い写真から伺われる(Ozaki, 1958)。それらは漁港の建設に伴う埋め立て工事によって消失し、現在ではこの露頭に露出する厚さ6mほどの地層しか観察できない。もしこの露頭も消失していたら、ここから先の地質学的議論はもちろん、ここまでの考察がなされることはなかったであろう。

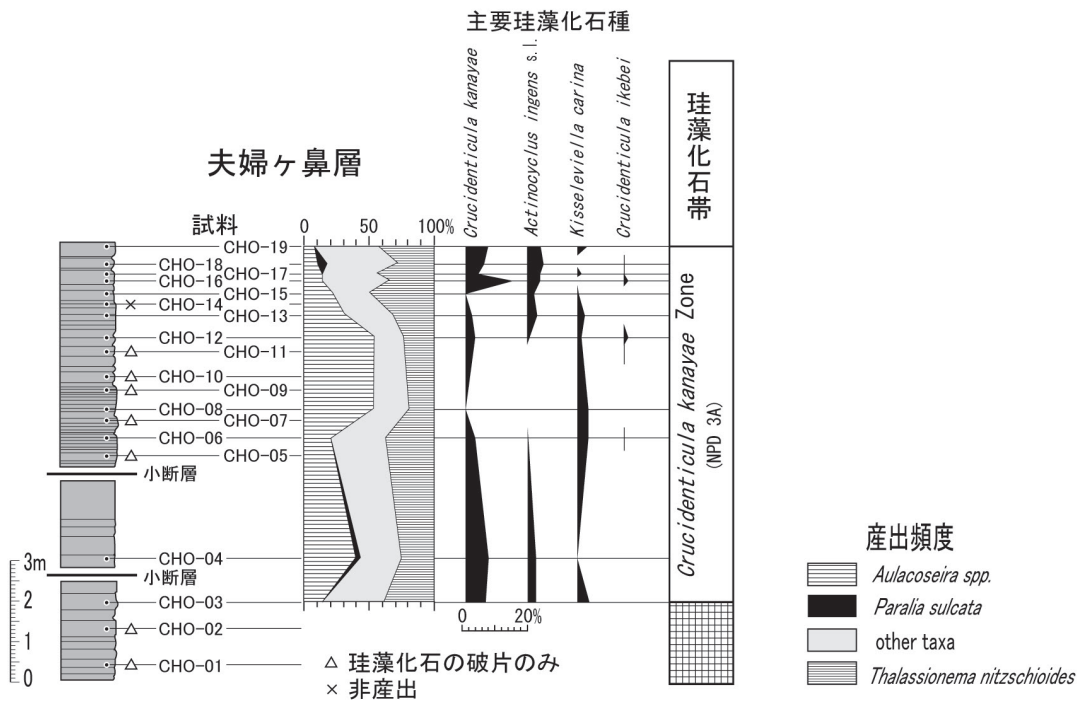
20年以上にわたって関東地方の新第三系を調査・研究していた私は、地質調査所から産総研に移行した2000年頃、当時の加藤碩一部門長から朝倉書店の地方地質誌「関東地方」の執筆を依頼された。およそ30年ぶりの大改訂であるので大仕事になることは覚悟したが、それまで集めてきた膨大な地質学的データをまとめるには絶好の機会と考え快諾した。とはいえ、半分以上のデータは未公表だから、書籍にまとめる前に学術論文として公表しなければならない。だから、地質学雑誌だけでも10編以上の論文を必死で書いた。そのうちのひとつ、「千葉県銚子地域に分布する中新統の年代層序」と題する論文(高橋ほか, 2003)をまとめていたときがターニングポイントであった。

マリントワーの横にわずかに露出する夫婦ヶ鼻層の年代は、産出した珪藻化石に基づく、珪藻化石帯の *Crucidenticula kanayae* 帯 (NPD3A) の下部で、珪藻生層準のD30からD33の間、数値年代に換算すると1,670～1,650万年前となる(第2図)。その年代は予想通りであって学術的にインパクトがある成果ではなかったが、朝倉書店の「関東地方」に引用するためには、さっさと論文にまとめなければならない。ところが、よくよく考えると、腑に落ちない結果であった。

日本海の拡大にともなっておよそ2,000万年前に大陸



第1図 日本海および四国海盆の拡大前後の東北日本と西南日本の配置を復元したアナログ模型（製作：高橋雅紀）.



第2図 銚子のマリンタワー横にわずかに残された夫婦ヶ鼻層の露頭と産出した珪藻化石(高橋ほか, 2003より). 1,690 ~ 1,650 万年前, 銚子は深い海底で珪藻を含む泥が堆積していたが, 現在の関東地方のほとんどは, 当時はまだ陸域であった.

から分離した日本列島は、1,500 万年前にほぼ現在の位置に移動して美しい弧状列島となった。したがって、夫婦ヶ鼻層が海底で堆積していた時期は、ちょうど日本海が拡大している最中であったことになる。もちろん、関東地方の内陸部にも、日本海の拡大時期に堆積した海成層が分布している。例えば、関東山地の秩父盆地や五日市盆地は地層の厚さが 2,000 m ~ 5,000 m に達し、下半部は海底扇状地堆積物からなる。いずれも浮遊性有孔虫化石帯の N.8 帯に対比され、数値年代は 1,640 ~ 1,510 万年前なので日本海の拡大末期の地層である。秩父盆地や五日市盆地では、何度も起きた巨大な海底地滑りの痕跡を見ることができる。とくに、上半部には盆地と周囲の基盤との境界に沿って不淘汰角礫岩が発達し、当時の活発な正断層運動を示唆する。同様の地層は関東山地の北側の富岡地域や北東側の比企丘陵にもまとまって分布し、下半部の海底扇状地堆積物と上半部の不淘汰角礫岩の組み合わせが認められる。

これらの地層の年代を浮遊性微化石によって決定したタイムスケール(年代尺度)に沿って並べると、関東平野の内陸部に海成層が堆積し始めたのはおよそ 1,650 万年前であることが分かる(第 3 図)。それまでは、関東地方の内陸部はまだ陸域で、足尾山地周辺や八溝山地では陸上で溶岩が噴出していた。そのあと、海が入ってきて、海成層が堆積し始めたのである。一方、夫婦ヶ鼻層が海底で堆積していた年代は 1,670 ~ 1,650 万年前なので、陸域であった関東地方の内陸部と銚子の間に当時の海岸線が存在していたはずである。その海岸線は、銚子の西から阿武隈山地の東縁に沿って北に続いていたであろう。いわゆる太平洋沿岸の常磐地域が当時の海陸境界に相当し、その東方には太平洋が広がっていたと考えられる。

このように、銚子は明らかに海進のタイミングが早い。もちろん、銚子は太平洋に面しているのだから、その頃すでに銚子が深い海の底であっても何ら不思議ではない。だから、当時は陸域であった現在の関東地方に同じような海底で堆積した地層が見られなくとも、銚子の周辺には夫婦ヶ鼻層に対応する海成層が存在しているはずである。そこで、いろいろ文献を調べてみると、驚くほど近くに、夫婦ヶ鼻層に直接対比され得る地層が存在していた。それは、鹿島沖の海底ボーリングによって確認された、海底下に眠る地層である。

東北日本の東方沖の太平洋海底下に白亜紀以降の厚い地層が伏在していることは、石油地質を専門とする研究者や技術者には広く知られている。例えば、常磐沖には厚さが数千メートルに達する厚い地層が広い範囲に伏在し、常磐沖堆積盆(岩田ほか、2002)とよばれている(第 4 図)。そ

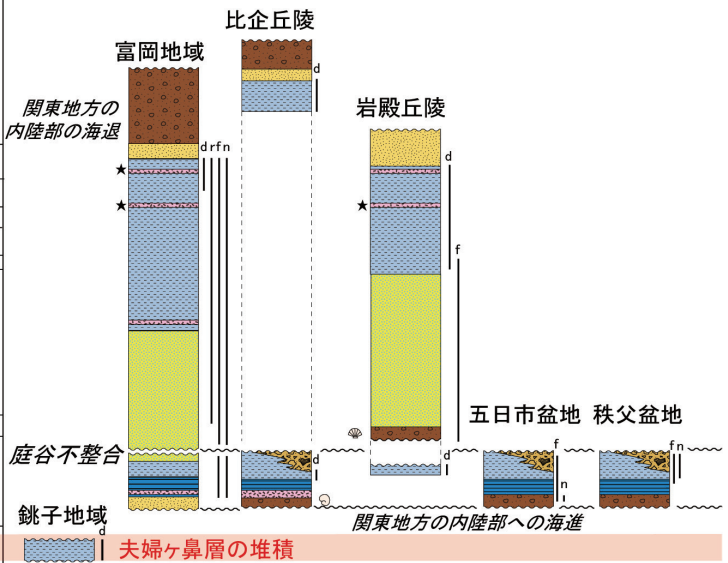
の広がり、北北東-南南西方向に 170 km で東西幅が 50 km、最大層厚は 5,000 m を超え、厚さが 2,000 m 以上の白亜系の上位に厚い新第三系が堆積している。そして、銚子の北方の太平洋海底下に掘削した鹿島沖 SK-1 は、石油や天然ガスなどの炭化水素資源探査を目的として行われた。そのコア試料の深度およそ 700 ~ 1,100 m の泥岩から、珪藻化石帯の *Crucidenticula kanayae* 帯下部を示す珪藻化石が連続的に産出している(第 3 図; 米谷ほか、1981)。銚子と鹿島沖 SK-1 が地理的に近いことや岩相の類似性を考慮すれば、銚子の夫婦ヶ鼻層に相当する地層が鹿島沖の太平洋海底下に広く伏在していることを疑う余地はない。換言するならば、マリインタワーの横の夫婦ヶ鼻層は、鹿島沖の海底下に伏在する地層が隆起して地表に露出し、浸食され残った最後の 6 m であったのである。

同様の海成堆積物が東北日本沖の太平洋海底下に広く厚く伏在していることは、石油や天然ガス探査を目的とした広域調査やボーリング掘削によって確認されている。例えば、東北日本北部の八戸沖には、厚さが 5,000 m を超える堆積物が広い範囲に伏在している(第 5 図)。このように、火山フロントと海溝に挟まれた範囲には陸から供給された碎屑物が厚く堆積するので、前弧海盆あるいは前弧堆積盆(fore-arc basin)と呼ばれている。東北日本の東方沖には白亜紀以降に成長した厚い前弧堆積盆堆積物が海底下に伏在し、北に連続している。同様に、東北日本の前弧堆積盆の地層は南へも連続し、その一部が隆起した銚子に露出している。すなわち、銚子にわずかに分布する下部白亜系銚子層群や下部中新統夫婦ヶ鼻層は、いずれも東北日本の前弧堆積盆の堆積物である。そして、ジュラ紀付加体である愛宕山ユニットは、これらの前弧堆積盆堆積物に覆われた基盤であると位置づけられよう。

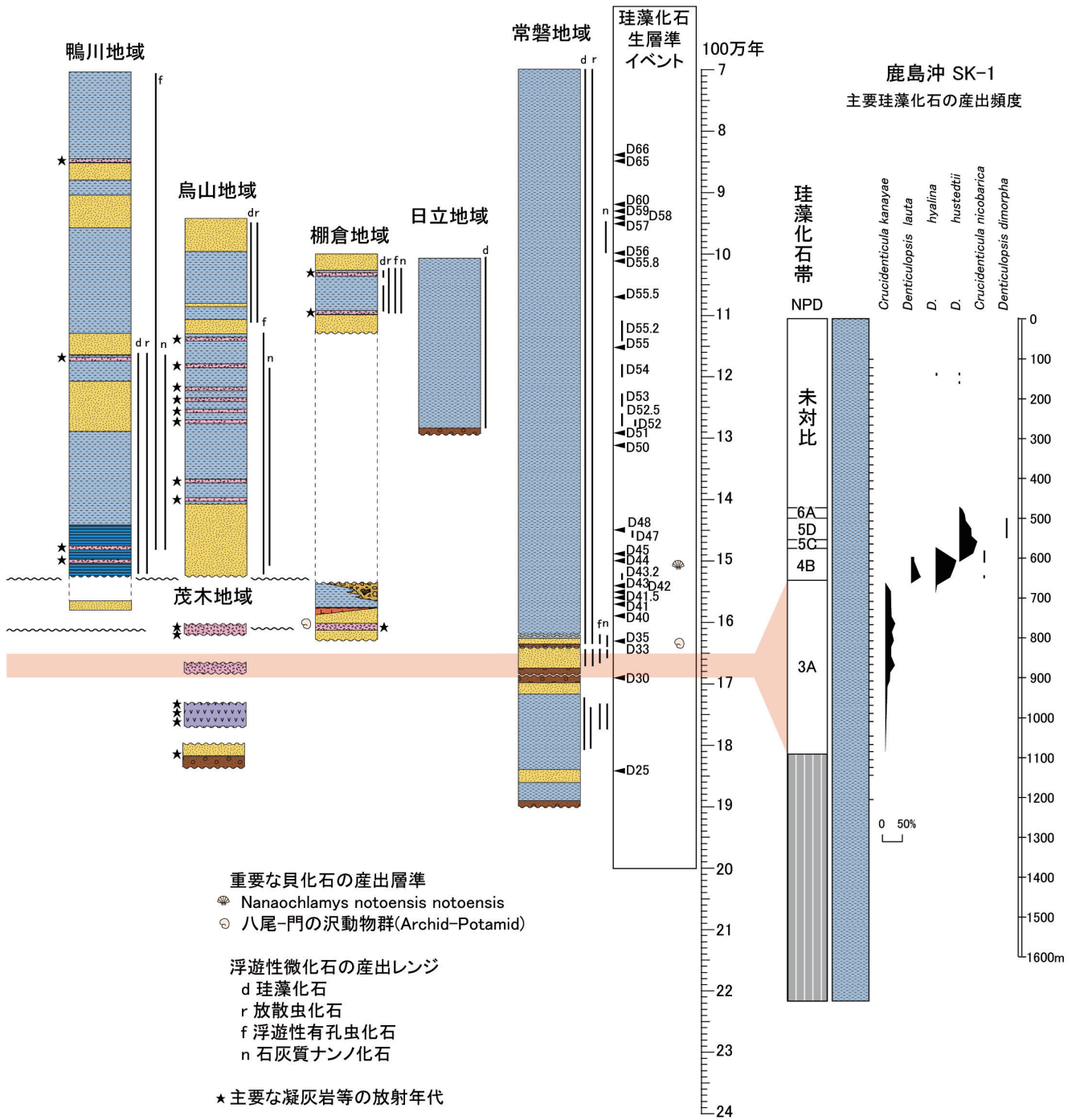
となると、ここで大きな疑問が生じる。これまでは、銚子は地質学的には関東山地の延長、すなわち西南日本であると考えられてきた。しかしながら、ひとつつながりの陸弧であった日本が大陸から分離して弧状列島に移行していたとき、銚子は東北日本の前弧堆積盆、すなわち東北日本に帰属していたことになる。したがって、夫婦ヶ鼻層に覆われる白亜系銚子層群も、さらにそれらの基盤である愛宕山ユニットのジュラ紀付加体も、日本海の拡大時期には東北日本に属していたことになる。銚子は西南日本に属するのか、それとも東北日本に帰属するのか？

論文をまとめながら、銚子は東北日本に帰属とする考えが徐々に強くなっていった。そこで、研究所の何人かに、「銚子は東北日本だと思うのですが。」と相談すると、「銚子は関東山地の延長、西南日本外帯だよ。」と誰もが口を

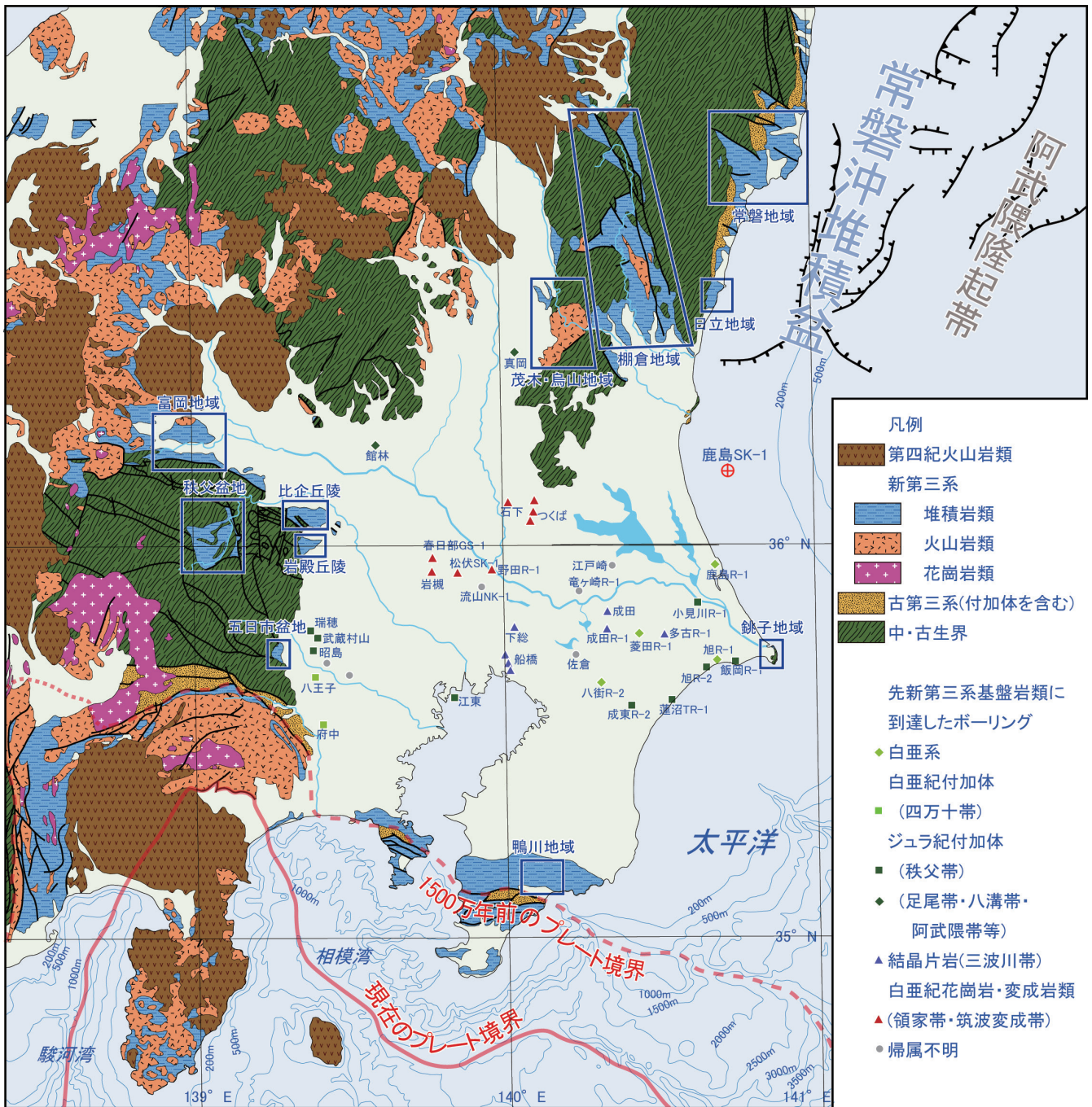
地質年代	数値年代(百万年)	クローン	化石帯									
			珪藻	NPD	放射虫	石灰質ナンノ浮遊性有孔虫						
後期	8	C3B 6	<i>Rouxia californica</i>	7A					N.17			
	8	C4	<i>Thalassionema schraderi</i>	6B		<i>Cycladophora davisiana cornutooides</i>		NN11 a	CN9 a	a		
	9	C4A 9	<i>D. katayamae</i>	6A					NN10	CN8 a		
	10	C4A 10	<i>D. dimorpha</i>	5D					NN9	CN7	N.16	
	11	C5	<i>Thalassiosira yabei</i>	5C			<i>Lychnocanoma magnacornuta</i>		NN8	CN6		
	12	C5A	<i>Denticulopsis praedimorpha</i>	5B					NN7	b	N.15	
	13	C5AA	<i>C. nicobarica</i>	5A			<i>Eucyrtidium inflatum</i>		NN6	a	CN5	N.14
												N.13
14	C5AC	<i>Denticulopsis hyalina</i>	4Bb								N.12	
15	C5AD	<i>Denticulopsis lauta</i>	4Ba			<i>Eucyrtidium asanoi</i>		NN5	CN4		N.11	
中期	16	C5B	<i>Denticulopsis lauta</i>	4A							N.10	
	17	C5C	<i>C. kanayae</i>	3A							N.9	
	18	C5D	<i>Crucidentacula sawamurae</i>	2B			<i>Stichocorys wolffii</i>				N.8	
	19	C5E	<i>Thalassiosira fraga</i>	2A			<i>Stichocorys delmontensis</i>		NN3	CN2		
前期	20	C6									N.7	
	21	C6A						NN4	CN3		N.6	
	22	C6AA	<i>Thalassiosira praefraga</i>	1			<i>Cyltocsapsella tetrapera</i>				NN2	c
	23	C6B									NN1	a+b
		C6C										



- 凡例
- 泥岩
 - 砂岩
 - 海緑石砂岩
 - 砂岩・泥岩互層
 - 不淘汰角礫岩
 - 円礫岩
 - 安山岩
 - デイサイト
 - 凝灰岩



第3図 関東地方の主要な新第三紀堆積岩類の年代層序対比図(高橋, 2008より作成)と、鹿島沖SK-1の珪藻化石層序(米谷ほか, 1981)。

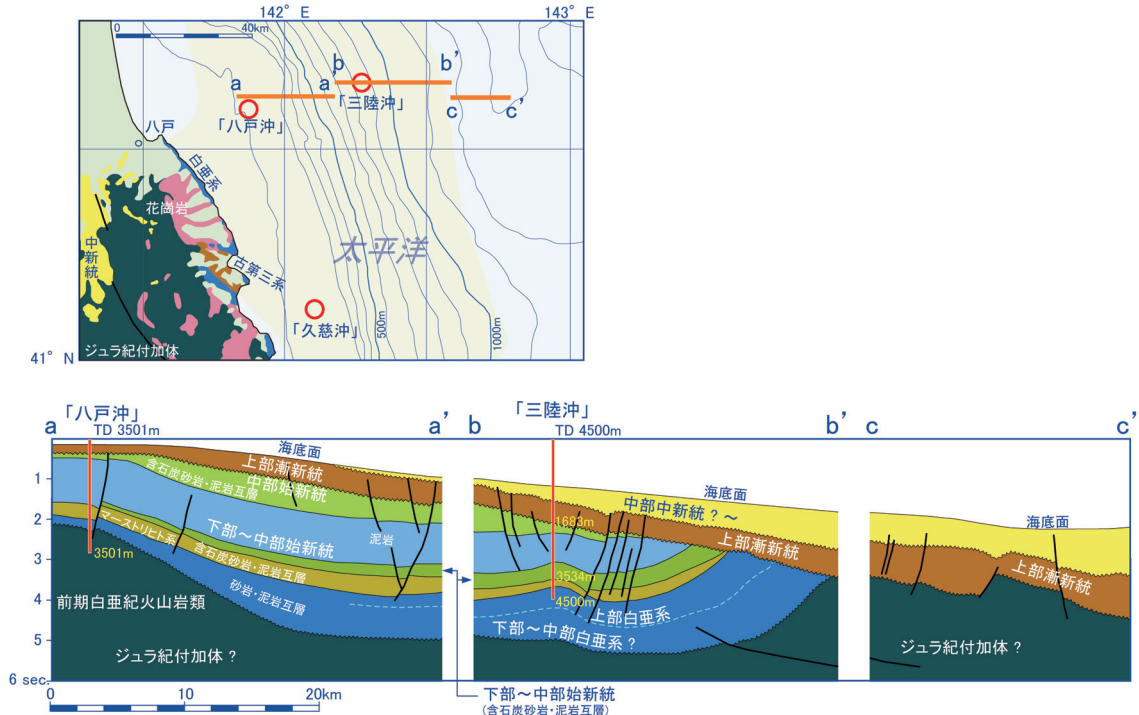


第4図 夫婦ヶ鼻層に直接対比される海成層は、関東地方周辺では鹿島沖 SK-1 のボーリングの深度 700 ~ 1,100 m のみである。日本海拡大時期には、銚子は東北日本の前弧堆積盆に帰属していた。

揃える。挙げ句の果てに、「地質研究者のくせに、そのようなことも知らないのか。」と笑われる始末であった。確かに、私もそう習ってきたし、そう信じていた。しかし、年代および堆積相の類似性に基づけば、夫婦ヶ鼻層も白亜系銚子層群も、東北日本の太平洋沿岸から海域に伏在する厚い前弧堆積盆の地層に相当する。となると、愛宕山ユニットも、関東山地の秩父帯ではなく東北日本に帰属する地質体に対比すべきであろう。

年代や岩相の類似性だけに立脚すれば、銚子層群と愛宕山ユニットは、それぞれ関東山地の山中層群と秩父帯のジュラ紀付加体に対比できよう。しかしながら、地体構造論においては、銚子の先新第三系基盤岩類を西南日本外帯である関東山地に対比することはできない。その理由は、日本海の拡大以前、すなわち日本列島がまだユーラシア大陸東縁の陸弧であった時期に復元すると一目瞭然となる。

(第六話につづく)



第5図 八戸沖の太平洋海底下に伏在する白亜紀以降の前弧堆積盆堆積物 (大澤, 2005 より作成)。

文 献

岩田尊夫・平井明夫・稲葉土誌典・平野真史 (2002) 常磐沖堆積盆における石油システム. 石油技術協会誌, 67, 62-71.

米谷盛寿郎・井上洋子・秋葉文雄 (1981) 6. 鹿島灘. 土隆一編, 日本の新第三系の生層序および年代層序に関する基本資料「続編」, 13-17.

Matoba, Y. (1967) Younger Cenozoic foraminiferal assemblages from the Choshi district, Chiba Prefecture. *Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd ser. (Geol.)*, 38, 221-263.

Matsumoto, T. (1954) *The Cretaceous System in Japanese Islands*. 324p., Japan Society for the Promotion of Science, Research, Tokyo.

小島郁夫・萩原茂雄・神子茂男 (1975) 白亜系銚子層群の時代. 国立科学博物館研究報告, 地質学, 1, 17-35.

小島郁夫・松川正樹 (2005) 千葉県銚子地域の中新統より産出したジュラ紀アンモナイト. 深田地質研究所年報, no. 6, 113-124.

大澤正博 (2005) 2.2 三陸沖・常磐沖の白亜系・古第三系 (1) 三陸沖. 日本の地質増補版編集委員会編, 日本の地質増補版, 55-56.

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.

高橋雅紀 (2006) 日本海拡大時の東北日本弧と西南日本弧の境界. 地質学雑誌, 112, 14-32.

高橋雅紀 (2008) 1.4.3 新第三系の分布と対比. 日本地質学会編 日本地方地質図3 関東地方, 朝倉書店, 東京, 26-37.

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.

田中啓策 (1970) 茨城県那珂湊海岸の上部白亜紀タービダイト層. 地質調査所月報, 21, 579-598.

山下 昇 (1957) 中生代(下). 地学双書, 11, 地学団体研究会, 東京, 116p.

山下 昇 (1970) 柏崎-銚子線の提唱. 星野通平・青木 斌編「島弧と海洋」, 東海大学出版会, 東京, 179-191.

TAKAHASHI Masaki (2016) Geological problem for the tectonic boundary between Northeast and Southwest Japan -Miocene fore-arc basin deposits-

(受付: 2016年4月18日)