

## 2.4 大深度ボーリング試料による地質年代調査

### (1) 業務の内容

#### (a) 業務題目 大深度ボーリング試料による地質年代調査

#### (b) 担当者

所 属	役 職	氏 名
独立行政法人産業技術総合研究所 地球科学情報研究部門 複合年代層序研究グループ	グループ長 主任研究員 主任研究員	柳沢幸夫 高橋雅紀 渡辺真人
地質統合研究グループ	グループ長	木村克己
海洋資源環境研究部門 海洋地球変動研究グループ 主任研究員	主任研究員	田中裕一郎

#### (c) 業務の目的

大都市圏の大深度ボーリングコアについて、微化石分析により地層の地質年代を明らかにし、あわせて地表地質と統合することにより、平野下の地下地質構造の解釈に資する。

#### (d) 5カ年の年次実施計画

##### 1)平成14年度：

房総半島において掘削されるボーリング試料について微化石分析を行い年代を決定する。

関東南部房総半島において掘削されたボーリングコアと周辺に露出する地層の地質学的検討を行う。

##### 2)平成15年度：

足柄平野において掘削されるボーリング試料について微化石分析を行う。

関東西部において掘削されたボーリングコア試料と周辺に露出する地層について地質学的検討を行う。

##### 3)平成16年度：

関西地区において掘削されるボーリング試料について微化石分析を行う。

大都市圏において掘削されたボーリングコアと周辺に露出する地層の地質学的検討を行い、第一次の平野の地下構造モデルを作成する。

##### 4)平成17年度：

北関東において掘削されるボーリング試料について微化石分析を行う。

北関東において掘削されたボーリングコア試料と周辺に露出する地層について地質学的層序学的検討を行い、平野の地下構造モデルを高度化する。

5)平成18年度：

千葉県北部において掘削されるボーリング試料について微化石分析を行う。

これまでのデータの総合評価を行う。

全体のまとめを行い、地質学的手法に基づく平野地下地質モデルを構築する。

(e) 平成14年度業務目的

房総半島において掘削されるボーリング試料について微化石分析を行い、掘削到達深度における地層の年代を明らかにする。

関東南部房総半島において掘削されたボーリングコアと周辺に露出する地層の地質学的検討を行い、それらに対比することにより、地下地質構造の解釈に資する。

(2)平成14年度の成果

(a) 業務の要約

平成14年度は次の各項目を実施した。

- 1) 房総半島の千葉県鴨川市大山において掘削されたボーリング試料について微化石分析を行い、掘削到達深度における地層の年代を明らかにした。
- 2) 関東南部房総半島において掘削されたボーリングコアと周辺に露出する地層の地質学的検討を行った。

(b) 業務の実施方法

ボーリングサイトが位置する加茂川低地帯周辺地域は、関東平野下に沈み込むフィリピン海プレートの運動に起因する付加帯の形成と、より古い時代に形成された付加帯の上に発達した前弧海盆の堆積物の分布境界にあたり、地表地質の情報のみから地下地質を推定する事は、きわめて難しい地域である。従来報告されている地質図では、付加帯とされる保田層群であろうとされているが、地層の露出が断片的であるため、決定的な地質学的根拠に基づいたものではない。他方、ボーリングサイトの東方においては、加茂川低地帯の北方に発達する前弧海盆堆積物が広く分布しており、詳細な地質学的・年代層序学的研究がなされている。したがって、ボーリングにおけるカッティングスやコア試料の微化石分析に基づいて地下地質の年代を推定する際には、まず地下に伏在する地層が付加帯を構成する地層であるか、他方、前弧海盆堆積物であるかを判定し解釈しなくてはならない。

微化石に基づく年代の推定は、現段階においては地質学的年代決定手法のうち最も有効な方法のひとつである。しかしながら、この方法は非常に微小な化石に基づいて推定されるため、産出した微化石が地層の堆積した時期に生息していたものか、あるいは後背地から再堆積したより古い時代の化石であるのか、適宜判断しつつ年代を推定する必要がある、

高度な古生物学的観察技術を要する。また、産出した微化石群集に基づいて機械的にそれらの示す年代を推定しても、その年代が地層の堆積年代を直接示すものかどうか、他の地質学的観察事実と照らし合わせながら、判断することが不可避である。とくに、今回検討したコアは、希なケースではあるが後者の例であり、ボーリングサイトの地下地質の年代は、高度な地質学的技術と豊富な知識に基づいて多角的に判断する必要がある。したがって、本報告では、通常のコアおよびカッティングス試料の微化石分析に加え、周辺地域の地表地質の再調査と、岩石試料の再分析・薄片観察等を行ない総合的に判断した。

(c)業務の成果

1)ボーリング試料の微化石分析による地質年代調査

この調査では、石灰質ナノ化石、珪藻化石及び有孔虫化石の分析を、コア試料およびスライム試料について実施した。

表1 石灰質ナノ化石産出結果

Species	Range	Sampl No. (m e )			
		1403. 53	1404. 30	1404. 65	1405. 40
<i>Ahmullerella octoradiata</i> (Gorka) Reinhardt	Creta. (Ceno.-Maas tri.)	-	-	-	1
<i>Chiastozygus spp.</i>	Creta.	1	2	-	1
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller	long range Creta.	-	1	-	-
<i>Coccolithus spp.</i>	Creta.? Recent	-	-	1	-
<i>Cribrospherella spp.</i>	E..Creta.-L..Creta.	-	1	-	-
<i>Cyclagelosphaera margerelii</i> Noel	M.Jura.-Paleo.?	-	1	-	1
<i>Cyclagelosphaera spp.</i>	long range Jura. Paleo.?	-	-	1	2
<i>Eiffellithus eximius</i> (Stover)Perch-Nielsen	aff. Creta. (Tur.-Campa.)	1	-	-	-
<i>Eprolithus floralis</i> (Stradner)Stover	Creta. (Apti.-?Campa.)	-	1	-	-
<i>Eprolithus spp.</i>	Creta.	-	2	-	-
<i>Hayesites sp.</i>	Creta.	-	-	-	1
<i>Micula concava</i> (Martini and Stradner)Verbeek	Creta. (Coni.-Maas tri.)	-	-	-	-
<i>Micula decussata</i> Vekshina	Creta. (Coni.-Maas tri.)	5	1	5	2

<i>Micula staurophora</i> (Gardet)Stradner	Creta.(Coni.-Maas tri.)	1	1	1	1
<i>Micula</i> spp.	L.Creta.	1	1	-	1
Podorhabdaceae	Creta.	-	1	-	-
<i>Prediscosphaera</i> sp.	L.Creta.	1	-	-	-
<i>Rhagodiscus splendens</i> (Deflandre)Verbeek	Creta.(Apti.-Maas tri.)	-	-	1	-
<i>Rhagodiscus</i> spp.	Creta.	1	-	2	-
<i>Staurolithites</i> cf. <i>dorfii</i> (Bukry)Burnett	Creta.(?Campa.)	3	-	-	-
<i>Staurolithites ellipticus</i> (Gartner)Lambert	Creta.(Alb.-Maas tri.)	1	-	-	-
<i>Staurolithites imbricatus</i> (Gartner)Burnett	Creta.(San.-Maas tri.)	-	1	-	-
<i>Staurolithites</i> spp.	Creta.	4	-	1	-
<i>Tranolithus orionatus</i> (Reinhardt)Reinhardt	Creta.(Alb.-Maas tri.)	1	-	-	-
<i>Watznaueria barnesae</i> (Black and Barnes)Perch-Nielsen	M.Jura.-L.Creta.	72	77	76	81
<i>Watznaueria biporta</i> Bukry	Creta.(Alb.-Maas tri.)	-	1	2	-
<i>Watznaueria fossacincta</i> (Black)Bown	Jura.-Creta.(Bajo.-Maas tri.)	2	2	-	1
<i>Watznaueria</i> spp.	M.Jura.-L.Creta.?	-	3	-	2
<i>Zeugrhabdotus bicrescenticus</i> (Stover)Burnett	Creta.(Alb.-Maas tri.)	1	-	-	-
<i>Z. diplogrammus</i> (Deflandre)Burnett	Creta.(Val.-Campa.)	-	1	1	-
<i>Z. (Gorkaea) pseudanthophorus</i> (Bramlette and Martini) Perch-Nielsen	Creta.(Campa.-Maas tri.)	-	-	2	-
<i>Z. spiralis</i> (Bramlette and Martini)Burnett	Creta.(Coni.-Maas tri.)	1	-	-	-
<i>Zeugrhabdotus</i> spp.	Creta.	2	-	1	2
unknown	-	2	5	6	6
石灰質ナンノ化石総数		100	100	100	100
Abundance A:abundant, C:common, F:few, R:rare, VR:vary rare, VVR:vary vary rare, No:barren		VR	VR	VR	VR
Preservation G:good, M:moderate,		P	P	P	P

P:poor, VP:vary poor

説 明	Creta.:Cretaceous,	Jura.:Jurassic,	San.:Santonian,	
	Campa.:Canpanian, Maastri.:Maastrichtian	Cenoma.:Cenomanian,	Turo.:Turonian,	
	Coni.:Coniacian,	Haute.:Hauterivian,	Barre.:Barremian,	Apti.:Aptian,
	Albi.:Albian,	Kimme.:Kimmeridgian,	Titho.:Tithonian,	Berri.:Berriasian,
	Vala.:Valanginian,	Aale.:Aalenian,	Bajo.:Bajocian,	Batho.:Bathonian,
	Callo.:Calloviaian,	Oxfo.:Oxfordian		

#### i) 石灰質ナノ化石分析による年代決定。

石灰質ナノ化石については、スライム試料について 50m おき、コア試料について 1-2m おきに試料を採取し、分析を行った。その結果、表 1 に示すように、深度 1403-1405 m のコア試料から採取した 4 試料（深度 1403.53 m、1404.30 m、1404.65 m、1405.40 m）から石灰質ナノ化石が産出した。しかし、それ以外の試料からは石灰質ナノ化石は検出されなかった。

4 試料から産出した石灰質ナノ化石は、*Coccolithus* 属を除けばほとんどがジュラ紀から白亜紀に産出が限定される属種である。これまでに報告のある種の産出年代範囲を参考にすると、産出した石灰質ナノ化石群集は白亜紀後期のものであることは確かであり、*Eiffellithus* aff. *eximius* と *Zeugrhabdotus pseudanthophorus* の産出を考慮すると、カンパニアン期 (Campanian) (8,300-7,400 万年前) の群集である可能性がある。

#### ii) 珪藻化石分析による年代決定

珪藻化石は、スライム試料については 50 m おき、コア試料についてはとくに保存のよい珪藻化石が産出すると予想された石灰質コンクリーションを中心に試料を採取し、分析を行った。その結果、深度 10 m のスライム試料から非常に保存の悪い珪藻化石が産出したものの、それ以外からは珪藻化石は検出されなかった。

深度 10 m から産出した珪藻化石は、*Stephanopyxis* spp.、*Thalassionema nitzschiodes* H. et M. Pellagaro、*Palaria sulcata* (Ehrenberg) Cleve、*Coscinodiscus* spp. のみであり、スライド全面を走査しても十数殻しか検出できなかった。以上のうち、*Thalassionema* 属は新第三紀以降の産出とされるので、深度 10m の層準が新第三系以上の地層であることは確かであるが、産出した種数も少なくこれ以上の年代の限定は困難である。

#### iii) 有孔虫化石分析による年代決定

有孔虫化石分析は、スライム試料については 10-20m おきに分析を行った。その結果、深度 220m および 320m からわずかに底生有孔虫が検出されたほか、深度 610m 以深では、ほとんどのスライム試料からそれぞれ微量の底生有孔虫が検出された。このうち、深度 650m の試料からは、以下の保存不良の底生有孔虫化石が同定された

表 2 底生有孔虫産出結果

産 出 種	個 体 数
AGLUTINATED FORAMINIFERA	
<i>Cyclamina ezoensis</i>	1
<i>Cyclamina pusilla</i>	1
<i>Cyclamina cancellata</i>	19
<i>Cyclamina japonica</i>	1
<i>Haplophragmoides</i> sp.	1
<i>Karrerella</i> sp.A	5
<i>Karrerella</i> sp.B	4
<i>Recurvoides</i> sp.	3
<i>Spirosigmoilinella compressa</i>	1
<i>Veloroninoides</i> cf. <i>scitulus</i>	2
CALCAREOUS FORAMINIFERA	
<i>Epistominella</i> ? sp.	1
Miscellanea	3
TOTAL	42

群集内容は、*Cyclamina cancellata*を代表種として、*Cyclamina*属、*Karrerella*属など膠着質殻の種からなる。また、*Epistominella* ? sp.その他の石灰質殻の種をわずかに含む。群集は、おもに深海性膠着質殻の種からなるものの、わずかながら石灰質殻の種を含むことから、CCD（炭酸塩補償深度）よりは浅い下部漸深海帯の群集が石灰質殻の二次的（後生的な）溶解によって変質したものと推定される。

深度 650 m の試料以外では、底生有孔虫化石は、いずれも強度の溶解作用と変形作用を受けており、種の同定までに至らなかった。

また、年代決定に有効な浮遊性有孔虫化石は全く産出しなかった。このため、有孔虫化石からはボーリングの各深度の年代を推定するための有効なデータは得られなかった。

#### iv) 微化石分析結果のまとめ

今回、鴨川コアの微化石分析の結果をまとめると以下のとおりである。

- (1) 深度 1400 m 付近の試料の微化石年代は石灰質ナノ化石から後期白亜紀であることがわかったが、それ以外からは石灰質ナノ化石は産出しなかった。
- (2) 深度 10 m 付近の試料の微化石年代は珪藻化石から新第三紀であることがわかるが、それ以外からは珪藻化石は検出されなかった。
- (3) 深度 220 m、320 m および 610 m 以深からは極めて保存の悪い底生有孔虫化石がわずかに産出するものの、年代決定に有効な浮遊性有孔虫化石は全く産出せず、年代決定はできなかった。

以上のように、鴨川コアでは年代決定に有効な微化石の産出は極めて不良であるので、

コアの微化石データのみで、コアの各深度の年代を正確に判定することは極めて難しいと判断される。とくにコアの岩相は礫質な部分が多く、下位層からの再堆積化石を含んでいる可能性もあるので、慎重な判断が必要である。そこで、この報告では、コアの岩相や、次節以下に記述するボーリングサイト周辺の地表に分布する地層の年代や地質構造など総合的に考慮して、コアの地層の年代を判定した。

## 2) ボーリングコア試料と周辺に露出する地層についての地質学的検討

ボーリングコア試料の層序学的位置と年代を明確にする目的で、既存の資料をもとにサイト周辺の地表に露出する地層の地質学的検討を行った。さらに、これらを基にしてボーリングサイト周辺の現地地質調査をおこない、地層の分布と地質構造を明らかにした。また、すでに詳細な年代学的研究が行われている鴨川市川谷ルート（ボーリングサイトの東方約 5.5 km、図 1 参照）の再調査を行い、ボーリングコアとの対比を行うためのデータを再取得した。

以上のデータを基にボーリングサイトおよびその周辺の地質図を新たに作成した(図 1)。以下、ボーリングサイトの地下地質を理解する上で重要と思われる地層について、露頭写真等とともに報告する。また、詳細な年代学的研究が行われている川谷ルートと、ボーリングコアを対比することにより、掘削された地下地質の年代学的制約を与える。

なお、房総半島南部では、鴨川コアに対比しうる既存ボーリングコアはないので、今回は既存コア試料については検討をおこなっていない。

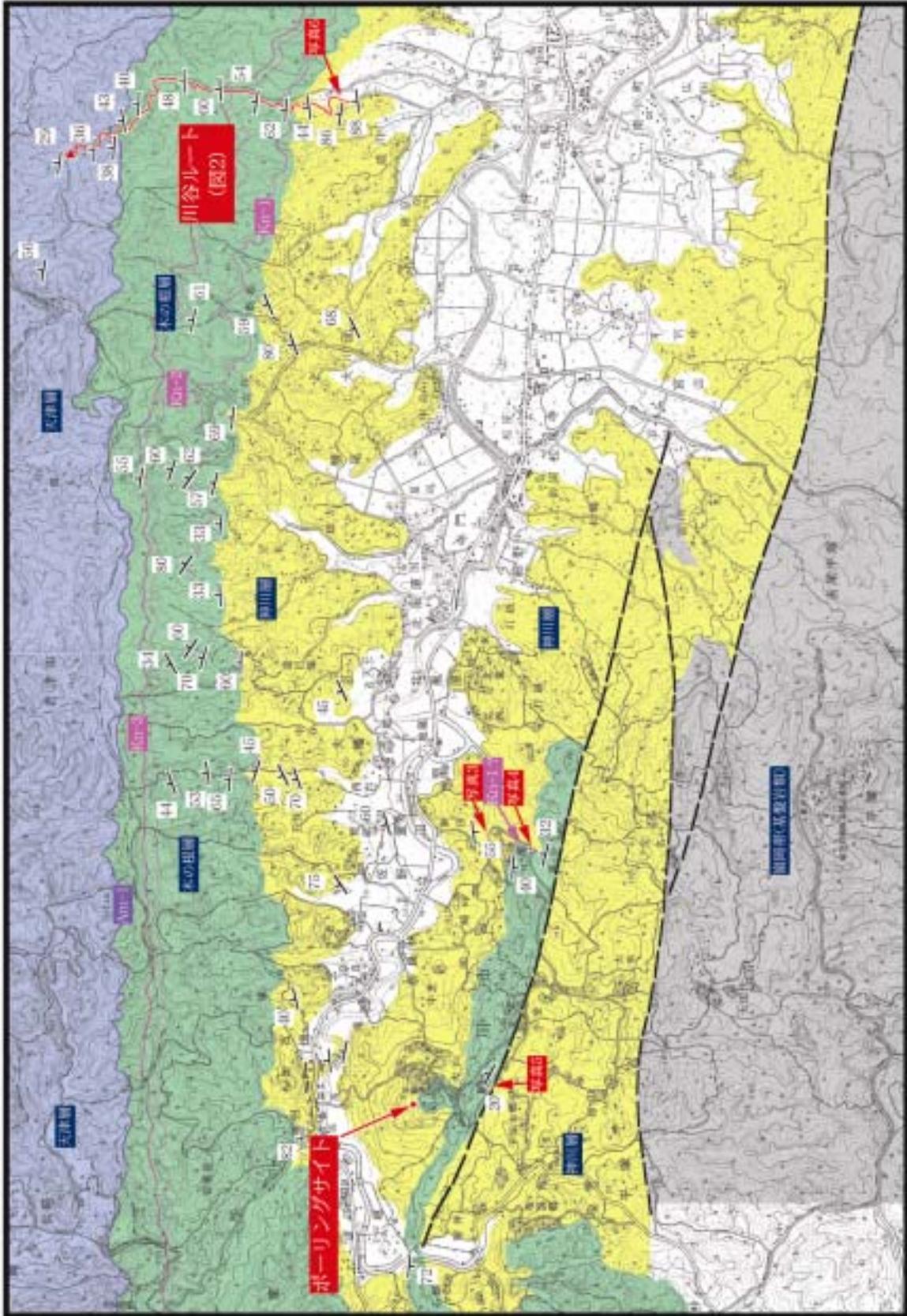


図1 ボーリングサイト周辺の地質図および露頭写真等の位置図。

### i) ボーリングコア試料の岩相

ボーリングコア試料は塊状細粒砂岩を主とし、暗灰色シルト岩と互層する部分や砂岩礫が散在する層準も認められる(写真 1)。シルト岩は相対的に固結しているが、砂岩は指で容易につぶれる程度に軟質である。また、炭質物をフィルム状に挟む部分も認められる。礫岩は、径 2cm 程度の固結した細粒砂岩礫を散在する層準や、黒色硬質頁岩の円摩された細礫岩が認められるが、いずれも層理面は不明瞭である。

後期白亜紀の石灰質ナンノ化石が産出した深度 1400m のコア(写真 1 の 2 番目、3 番目)は、破碎された砂岩の垂角礫を含む破碎された礫質シルト岩からなる。全体として固結度は低く、基質のシルト岩も固結度からは第三系と判断された。石灰質ナンノ化石試料はできるだけ基質のシルト岩のみを採取するように注意したが、頁岩の小礫あるいは砂粒を含んでいる可能性もある。

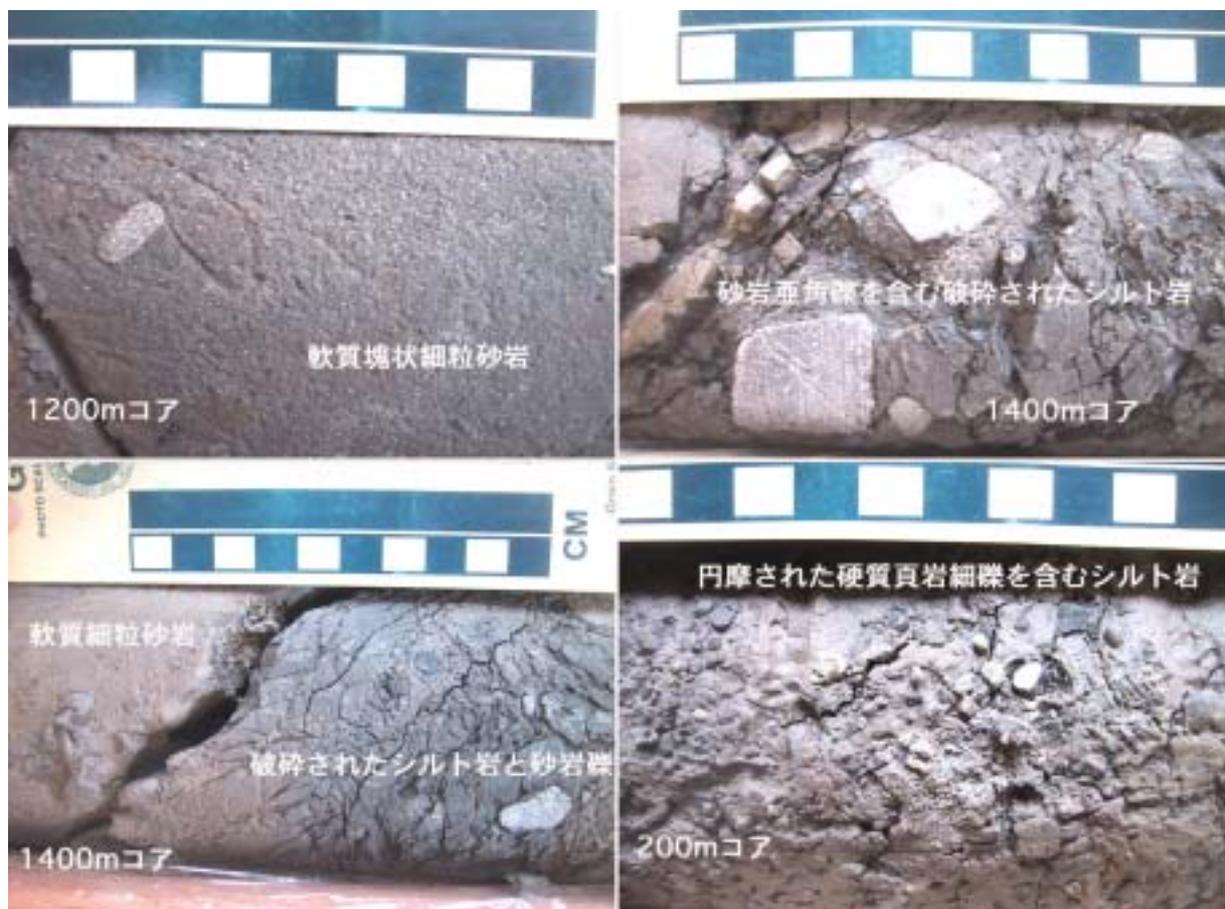


写真 1 ボーリング試料の典型的岩相。岩石の硬さは掘削深度に関わらず軟質であり、とくに細粒砂岩は非常に軟弱である。砂岩および硬質黒色頁岩の細礫を散点的に含む部分もあるが、層理面ははっきりしない。岩相の類似性から、神川層と考えられる。

### ii) ボーリングサイト周辺の地質

つづいて、ボーリングコア試料の層序学的位置づけを明確にする目的で行ったボーリングサイト周辺の地表地質について報告する。ボーリングサイト周辺は地層の露出が非常に限られ、また観察される地層が大きく傾斜していることから、これらは保田層群であるとされていた(たとえば鈴木ほか、1990)。しかしながら、付加帯を構成する保田層群の典型

的岩相(写真 2)と、ボーリングコア試料とは岩相、とくに堅さおよび変形の程度が著しく異なるため、ボーリングコア試料の帰属については、サイト近隣ならびに周辺地域の地表地質と比較して、考察する必要がある。

房総半島の西岸亀ヶ崎に露出する保田層群の硬質シルト岩・白色細粒凝灰岩互層。地層は褶曲および小断層により著しく変形しており、また特徴的に微小破壊である web structure が発達する。一方、ボーリングコア試料においては web structure は全く認め

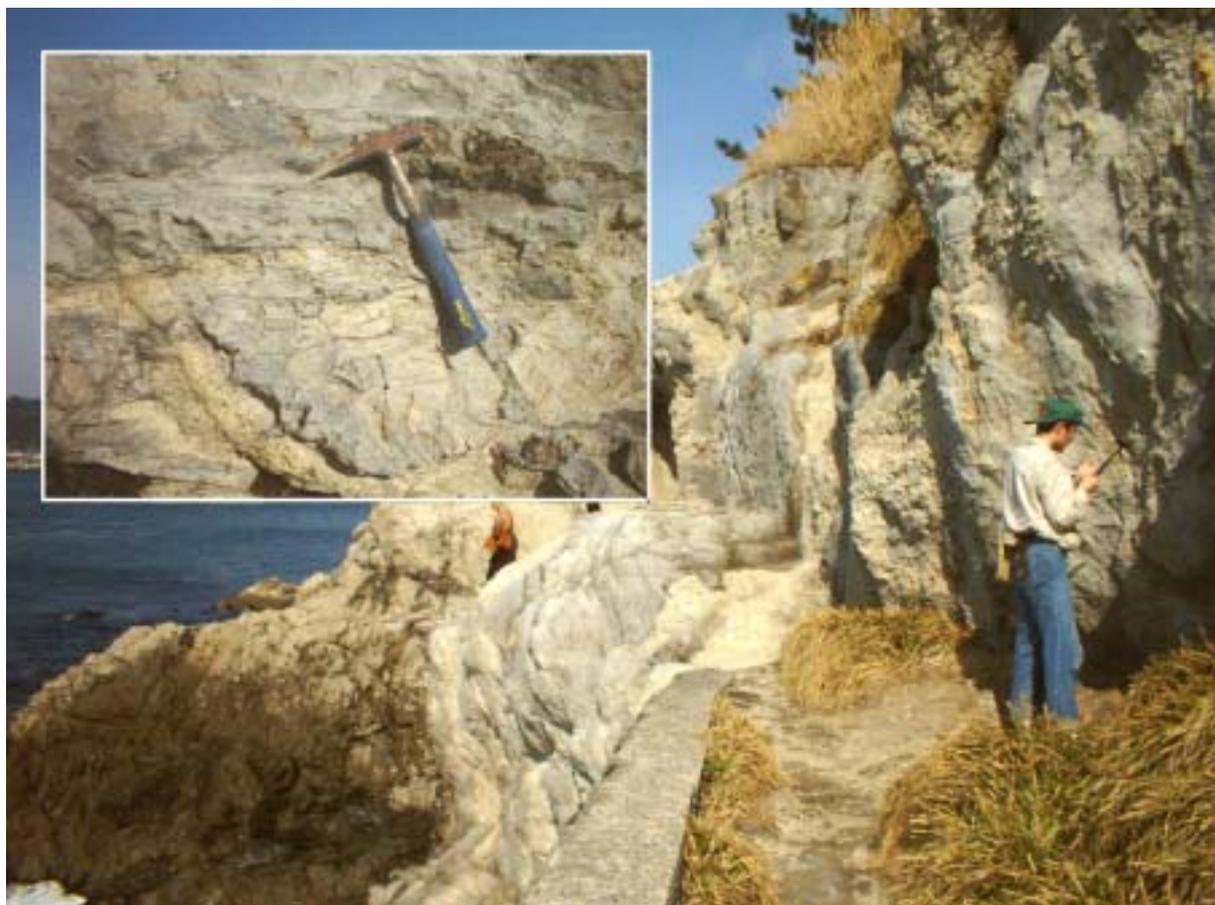


写真 2 房総半島西岸の亀ヶ崎に露出する保田層群の硬質シルト岩・白色細粒凝灰岩互層。地層は褶曲および小断層で著しく変形している。また、微小破壊構造である web structure がいずれの露頭でも発達しており、同微小構造が全く認められず、軟質であるボーリング試料とは、岩質が著しく異なる。

られないことから、掘削地点の地下地質は保田層群には帰属しないと思われる。

ボーリングサイトは鴨川市大山の山頂脇に位置し、地形的には比較的急峻な山頂部と傾斜が緩やかな斜面との境界部に相当する。このような地形的高所に発達する急傾斜面と、緩やかな斜面は WNW-ESE 方向に連続しており、同方向の断層ないし地質(岩質)に起因した地形であると推察される。したがって、それぞれの地形的特徴と地質の関連について地表踏査に基づいて検討した。

地形的低所、すなわち緩斜面を形成する地層の露出は非常に限られる。これは、これら緩斜面の大部分が地滑り地形であり、棚田等に利用され地層が露出していないことによる。比較的良く地層が観察されるのは、ボーリングサイト北東の滝における加茂川河床であり、

塊状細粒砂岩が露出する。地層は東西ないし WNW-ESE 方向の走向で北に急傾斜(70~80°)している。炭質物がフィルム状に挟まり、また岩質が柔らかく、ハンマーで容易に崩れてしまう。これらの特徴はボーリングコアの岩相と酷似しており、同一の地層であると判断される。本露頭より海成軟体動物化石である *Mya cf. cuneiformis* (Bohn) を産出した。なお、滝付近の露頭は、ボーリングサイトに近く、また地層が急傾斜していることから、ボーリングは地層の層序方向に大きく斜交、すなわち側方に掘削している可能性が高い。

ボーリングサイトの東方 2km ほどの新田付近においても、ボーリングコア試料と岩相が酷似する地層の露出が認められた(写真 3)。ここでは水田の脇に、非常に軟弱な細粒砂岩と暗灰色シルト岩ないし粘土が露出している。また、黒色頁岩やチャートの細礫が頻繁に散在し、保存の悪い植物化石をときどき挟在する。地層は東西走向で南に急傾斜するが、地滑り地帯に位置するため、地下の地質構造をそのまま表しているかは不明である。



写真3 ボーリングサイト東方 2km ほどの新田付近の水田脇の露頭。非常に軟弱な円礫まじりの塊状細粒砂岩および粘土。炭質物をフィルム状に挟む。礫は円礫ないし垂円礫で、径 1~2cm 程度が多いが、こぶし大の礫も認められる。礫種は黒色硬質頁岩が多く、赤色や暗灰色チャートの細礫も多い。撮影位置は図 1 に示す。

一方、ボーリングサイトが位置する大山から東南東に連なる地形的高まりと、加茂川の支流とが交錯する日渡から釜ヶ谷付近には、硬質な暗灰色シルト岩・砂岩および凝灰岩が露出する(写真 4)。これらの地層は岩相の類似性から、加茂川低地帯の北方に広く分布する木ノ根層と考えられる。日渡付近では地層の傾斜は緩いが、南の釜ヶ谷の河床では北に

50°程度で傾斜しており、WNW-ESE方向の褶曲(向斜)構造が想定される。凝灰岩は厚さ2m以上を有し、わずかに黒雲母を含むこと、また木ノ根層の最下部付近に相当することから、鍵層Kn-1である可能性が高い。

ボーリングサイトの南方500mほどの位置において、木ノ根層の基底礫岩と神川層の暗灰色軟質シルト岩の露出が確認された(写真5)。木ノ根層の基底礫岩は厚さ10m以上を有し、硬質砂岩・頁岩・チャートの細礫~大礫からなる。基質の固結度も高く、礫にはNE-SW方向の割れ目が発達している。地層は20~30°程度で北方に傾斜している。一方、



写真4 ボーリングサイト東南東2kmほどの釜谷付近に露出する木ノ根層の硬質シルト岩および白色細粒凝灰岩。木ノ根層の最下部に位置することから、白色凝灰岩は鍵層Kn-1であると推定される。道路脇の露頭(写真左)の地層は緩傾斜であるが、100mほど南方の河床では、地層は北に50°程度で傾斜しており、南側近傍に南側隆起の断層の存在が示唆される。撮影位置は図1に示す。

不整合におおわれる神川層のシルト岩は、非常に軟弱であり、また地質構造を示す堆積構造を認めることは困難であった。

この露頭は、比較的急峻な地形の高まりと、地滑りが発達する緩やかな斜面との境界付近に位置することから、当該地域の地形的対照性は固結度の高い木ノ根層と軟弱な神川層の岩質の差に起因すると思われる。すなわち、地形に認められる傾斜の急変点は、硬質な木ノ根層と軟弱な神川層の地層境界を示している。東方の釜ヶ谷から西北西へ大山を経て石畑付近まで追跡される地形の高まりは、いずれも木ノ根層が担っており、木ノ根層の硬質シルト岩・砂岩は石畑付近の加茂川河床でも確認された。

このように、ボーリングサイト周辺には、急斜面を形成する比較的硬質な細粒砂岩と暗灰色シルト岩、さらに白色細粒凝灰岩の厚層(2m以上)と、それらの基底に発達する細礫~大礫からなる円礫岩が地形的上位に分布しており、これらは岩相の類似性から、鴨川低地帯の北方に広く分布する木ノ根層と判断される。一方、これらの比較的硬質な地層の層序的かつ地形的下位に、非常に軟質な塊状細粒砂岩を主とし、シルト岩および細礫岩の互層を挟む地層が、緩斜面を形成しわずかに露出している。これらのうち木ノ根層の地質構造は、分布の南縁では北方に数10°程度で傾斜するが、大局的には北方へ緩く傾斜し、加茂川北方の山地の裾野に認められる木ノ根層の基底へと続くと思われる。これに対し、木ノ根層の下位に発達する軟弱な地層(神川層)の地質構造は急傾斜(場所によっては直立)して

いることから、木ノ根層とは傾斜不整合の関係にあると考えられる。

### iii)川谷ルート of 地質・層序

上述のように、ボーリングサイトの地下および地表地質は、岩相の類似性から木ノ根層最下部と神川層であると判断される。両地層が典型的に露出している川谷ルートにおいて、ボーリングコア試料との比較を行う目的で、地質調査を行った。川谷ルートにおいては、珪藻化石による年代の推定が試みられており、また木ノ根層の最下部に挟在する凝灰岩鍵層 Kn-1 について、K-Ar 法による放射年代測定がなされている。これらの年代層序学的



写真5 ボーリングサイトの700mほど南方に露出する木ノ根層の基底礫岩と、不整合におおわれる神川層の暗灰色軟質シルト岩。木ノ根層基底の礫岩は、硬質砂岩およびチャートの円礫 (<径 20cm)が多く固結度が高いので、神川層の礫岩と区別することは容易である。撮影位置は図1に示す。

データと岩相対比を組み合わせることにより、このたび掘削された地下地質の年代学的位置づけがより明確になると期待される。

川谷ルートには神川層から木ノ根層、さらに天津層までのおよそ1400mの厚さの地層が連続的に地表に露出している(図2)。地層の一般走向はほぼ東西であり、神川層はほぼ垂直、木ノ根層は60~50°で、さらに天津層は40~30°で北に傾斜している。すなわち、上位の地層ほど傾斜が緩くなる。木ノ根層と神川層の境界は断層であり、また木ノ根層と天津層は整合関係にある。

神川層は川谷ルートの南部のみに分布する。ここでは青灰色の塊状細粒砂岩を主とし、

上部には暗灰色シルト岩が発達するが、最上部は薄い角礫岩を経て再度細粒砂岩となる。細粒砂岩は、ボーリングサイト周辺の神川層と同様に非常に軟質であり、指で簡単につぶれてしまう(写真6)。炭質物をフィルム状に挟むほか、保存の悪い二枚貝化石を希に含む。わずかに葉理が認められる部分もあるが、目立った堆積構造を示さない。角礫岩は石灰質化しているため硬質であり黒色頁岩の垂角礫のほか緑色変質した火山岩片も多く含まれる。

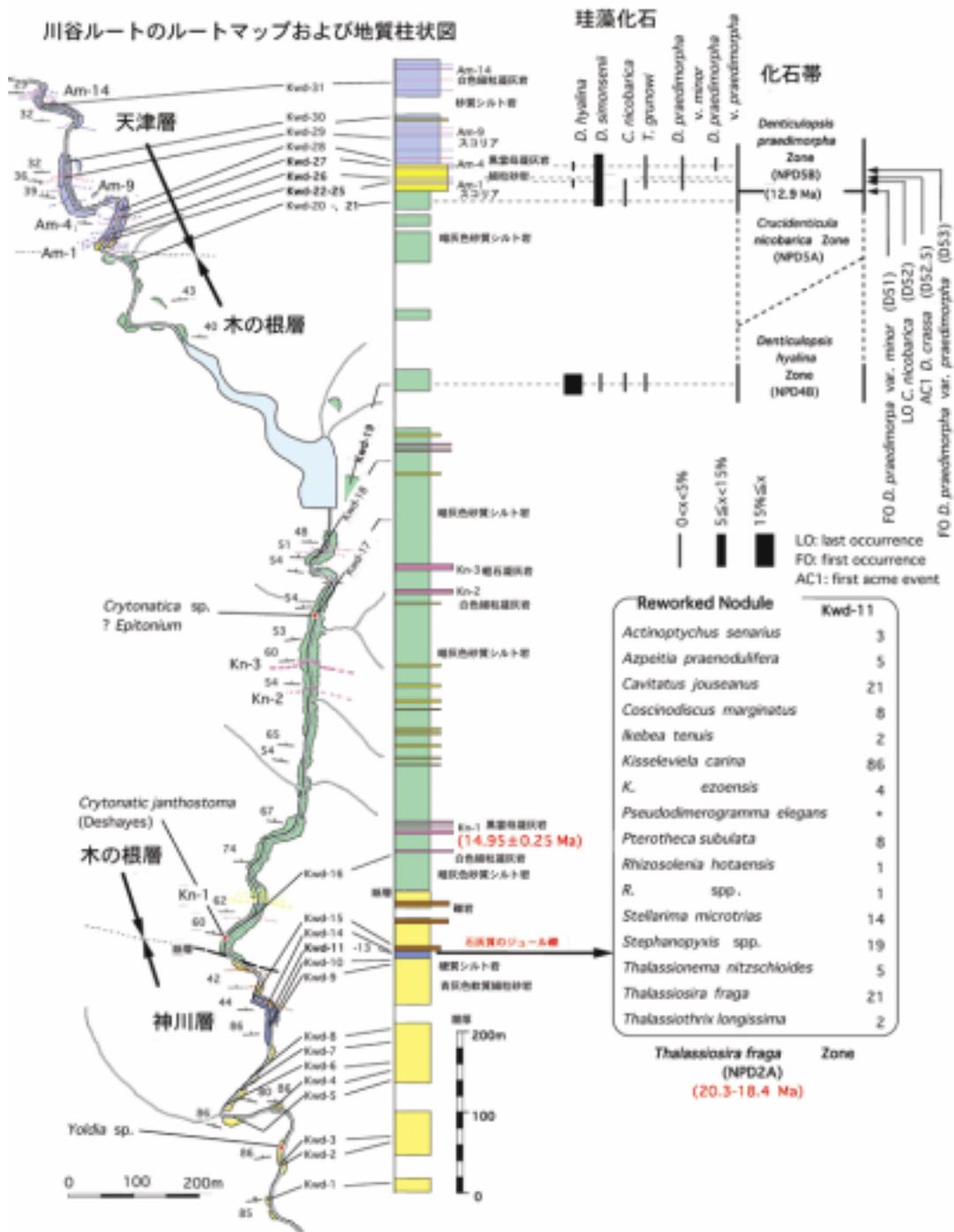


図2 川谷ルートルートマップおよび地質柱状図(渡辺・高橋、2000を一部修正)。川谷

層上部の石灰質ノジュールより産出した珪藻化石は *Thalassiosira fraga* 帯 (20.3-18.4 Ma) を示すことから、神川層の年代はこの数値よりは新しいと考えられる。一方、木ノ根層最下部に挟まる凝灰岩鍵層 Kn-1 の K-Ar 黒雲母年代 (Takahashi and Okada, 2001) は  $14.95 \pm 0.24$  Ma であり、神川層の年代の上限を与えている。今回の調査で貝化石を産出した。



写真 6 川谷ルートに露出する神川層の典型的岩相。ボーリングサイト周辺と同様に、軟弱な塊状細粒砂岩からなり、炭質物をフィルム状に挟んでいる。これまで、石灰質ナンノ化石および珪藻化石の抽出が試みられているが、堆積した年代を直接示す微化石は産出していない。撮影位置は図 1 に示す。

渡辺・高橋(2000)はこの礫岩より *Thalassiosira fraga* 帯 (20.3-18.4 Ma) を示す珪藻化石をノジュール礫から報告している(写真 7)。今回この珪藻化石が産出した礫質シルト岩の岩石薄片を作成して観察した結果、珪藻化石は細粒砂粒度のシルト岩片にのみ含まれていることが確認できた(写真 8)。したがって、*T. fraga* 帯を示す珪藻化石群集は再堆積性のものであり、この年代が神川層の年代の下限を与えていると判断できる。

神川層をおおう木ノ根層は暗灰色のシルト岩を主とし、有孔虫化石や石灰質ナンノ化石などの微化石を多産する。比較的大きな底生有孔虫化石は、露頭においても確認され、シルト岩の硬さのみならず神川層と区別することを容易にさせている。また、厚さ数 10cm から数 m の砂岩層(タービダイト)を頻繁に挟むことも、神川層にはない木ノ根層の特徴である。木ノ根層の最下部には黒雲母を多く含む凝灰岩 Kn-1 が挟在する。Kn-1 凝灰岩については  $14.95 \pm 0.24$  Ma (1Ma=100 万年) の K-Ar 年代が報告されており、この年代が神川層の上限を与えている (Takahashi and Okada, 2001)。木ノ根層には Kn-1、Kn-2 および Kn-3 の 3 枚の凝灰岩鍵層が認められているが、いずれも数 m 前後の厚さを有する。その他、薄

い白色細粒凝灰岩も希に認められる。

木ノ根層は基底礫岩をもって神川層を覆い、両者の関係は整合か不整合か意見の相違があった。これは、神川層の年代が不明であること、さらに神川層の地質構造が把握されにくく、上位の木ノ根層との地質構造の差が評価できなかったことに起因する。川谷ルートでは直立している神川層と、急傾斜で北に傾く木ノ根層が断層で接してるため、両者は

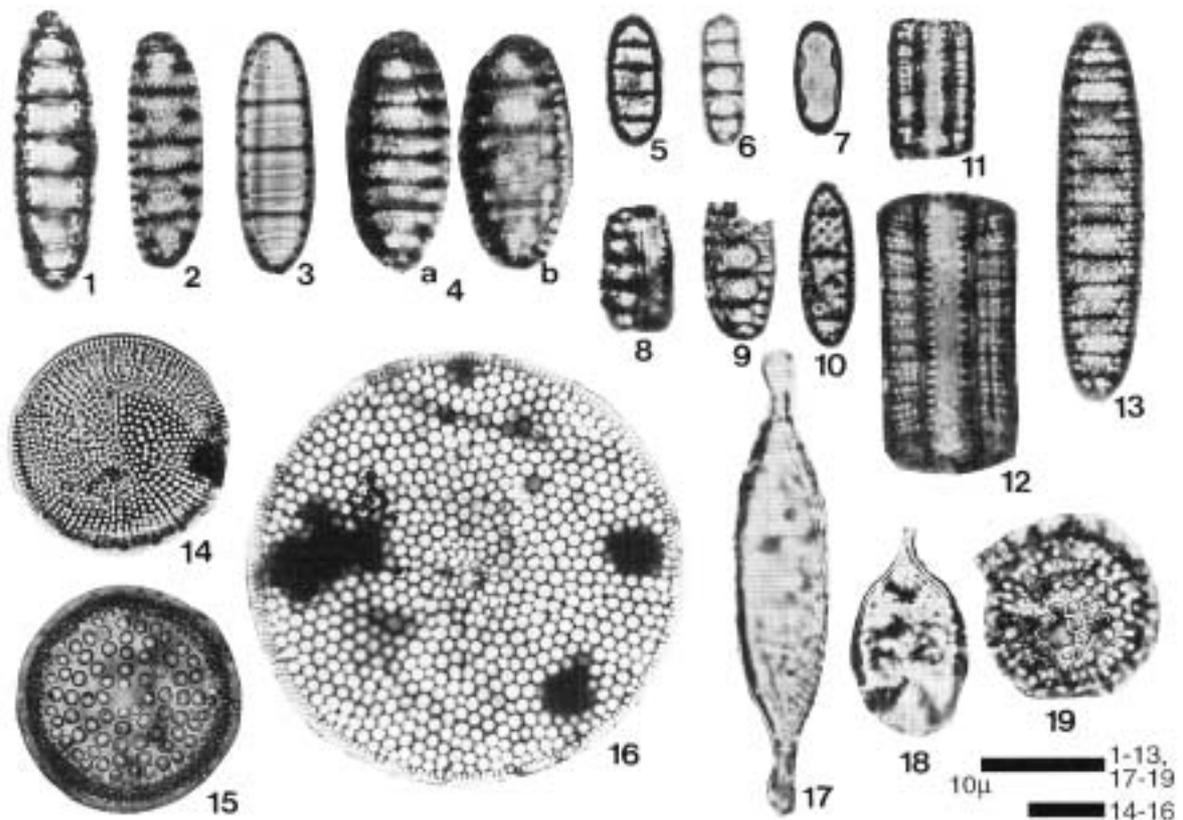


写真 7

川谷ルートから報告されてる珪藻化石(渡辺・高橋、2000)

1. *Denticulopsis hyalina* (Schrader) Simonsen, Kwd-19, Amatsu Fm.
2. *Denticulopsis simonsenii* Yanagisawa et Akiba, Kwd-22, Amatsu Fm.
3. *Denticulopsis vulgaris* Yanagisawa et Akiba, Kwd-22, Amatsu Fm.
- 4a, b. *Denticulopsis crassa* Yanagisawa et Akiba, Kwd-25, Amatsu Fm.
- 5-8. *Denticulopsis praedimorpha* var. *minor* Yanagisawa et Akiba, 5, outer valve view, Kwd-24, Amatsu Fm.; 6, inner valve view, Kwd-23, Amatsu Fm.; 7, closed copula, Kwd-23, Amatsu Fm.; 8, girdle view, Kwd-22, Amatsu Fm.
9. *Denticulopsis praedimorpha* var. *praedimorpha* Barron ex Akiba, Kwd-27, Amatsu Fm.
- 10, 11. *Crucidenticula nicobarica* (Grunow) Akiba et Yanagisawa, 10, Kwd-23, Amatsu Fm.; 11, girdle view, Kwd-23, Amatsu Fm.
- 12, 13. *Crucidenticula punctata* (Schrader) Akiba et Yanagisawa, 12, girdle view, Kwd-25, Amatsu Fm.; 13, Kwd-23, Amatsu Fm.

14. *Thalassiosira grunowi* Akiba et Yanagisawa, Kwd-22, Amatsu Fm.
15. *Actinocyclus ingens* f. *planus* Whiting et Schrader, Kwd-22, Amatsu Fm.
16. *Azpeitia praenodulifera* (Barron) Sims et Fryxell, Kwd-11, Kanigawa Fm.
17. *Kisseleviella carina* Sheshukova, Kwd-11, Kanigawa Fm.
18. *Kisseleviella ezoensis* Akiba, Kwd-11, Kanigawa Fm.
19. *Thalassiosira fraga* Schrader, Kwd-11, Kanigawa Fm.

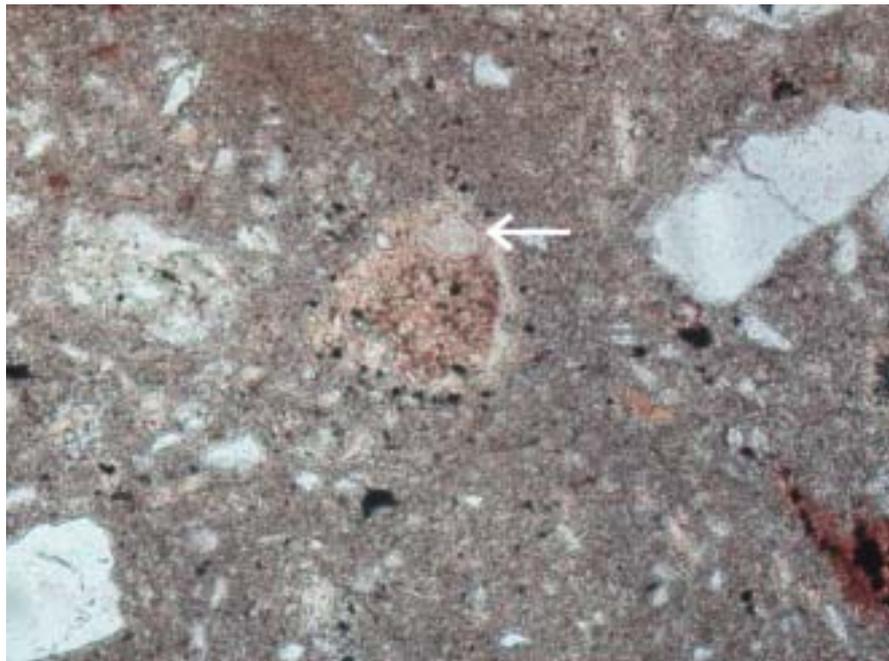


写真 8 神川層最上部の礫質シルト岩の顕微鏡写真。画面の中央のやや黄味を帯びた部分が、細粒砂粒度のシルト岩片（大きさ約 0.1mm）。珪藻化石はこのシルト岩片の中にのみ入っている（矢印の先、編み目のある球形 *Stephanopyxis* sp.）。従って、産出した珪藻化石は再堆積性であると判断できる。

不整合の関係にあるのか否か判断できない。しかしながら、今回の調査で、ボーリングサイト周辺では急傾斜した神川層を木ノ根層が比較的緩傾斜で覆っていることが明らかとなり、両層の関係が傾斜不整合であることが判明した。

なお、川谷ルートでは神川層分布域は地形がなだらかであるが、木ノ根層分布域になると地形が急峻になることも、ボーリングサイト周辺地域の地質と地形の関係に一致する。木ノ根層と神川層の境界は、斜面の変換点として加茂川低地帯の北側を東西に連続して追跡される。

#### iv) ボーリングの地層の認定と地質年代

以上の微化石分析のデータ並びに地表地質データを基にして、ボーリングコアの地層認定と地質年代の推定をおこなう。

既述のように、ボーリングサイトを含む地域を既存の資料を参考に地表踏査を行った結果、ボーリングサイト周辺には、地形的高所にのみ分布する木ノ根層の硬質シルト岩・砂岩および頁岩と、木ノ根層に傾斜不整合におおわれる軟弱な神川層が分布していることが判明した(図1)。ボーリングサイトは神川層分布域にあることから、ボーリングは神川層から掘り始めていることは確かであり、少なくともボーリングの上部は神川層に属すると推定できる。深度10mから産出している新第三紀を示す珪藻化石は、以上の認定と整合する。

深度1400mのコアの4試料からは、後期白亜紀のカンパニアン期を示す石灰質ナノ化石が産出した。このコアの岩相は基質支持の礫岩であり、基質のシルト岩も白亜系とは思えない固結度であることから、白亜紀を示す石灰質ナノ化石は神川層の堆積した年代を示すものではないと考えられる。おそらく、写真8に示す珪藻化石と同様に、神川層のシルト岩に再堆積した白亜系の細粒頁岩から産出したものであろう。ボーリングコア試料やカッティングス試料、さらに川谷ルートにおける神川層のシルト岩試料からは、珪藻および石灰質ナノ化石が全く産出しないことは、上記白亜紀石灰質ナノ化石群集が、ある程度固結した頁岩に含まれていたため、神川層の堆積以降の地層の続成・風化作用に伴う化石の溶解を免れた可能性が考えられる。なお白亜系岩片の起源としては、ボーリングサイト北方の三浦層群分布域の地下に伏在していると推定される白亜系四万十帯の地層が想定される。

以上のように、鴨川コアでは深度により若干の岩相の変化はあるものの一連の地層であり、全体としては掘り止め深度までは神川層またはそれに連続する地層を掘削していると判断される。地表の神川層の地質構造は急傾斜しているため、ボーリングの掘削深度に比べ層序方向の厚さはさほど大きくなく、したがって、少なくともボーリングの上部では、神川層の一部層準を斜めに掘削していると推定される。

周辺地域の既存資料とともに判断すると、神川層の年代は20.3~18.4 Ma (1Ma=100万年)より新しく、 $14.95 \pm 0.24$  Maより古いと考えられ、前期中新世後期(一部、中期中新世最初期)であると判断される。したがって、ボーリングの地層の年代もこれをほぼ同じ程度であると推定される。

#### (d) 結論ならびに今後の課題

##### 1) ボーリング試料について微化石分析

深度10m付近の試料の微化石年代は珪藻化石から新第三紀であることが明らかになった。また、深度1400m付近の試料からは後期白亜紀の石灰質ナノ化石が産出したが、これは再堆積したものと判断される。

##### 2) ボーリングコア試料と周辺に露出する地層についての地質学的検討

ボーリングサイトを含む地域を既存の資料を参考に地表踏査を行った結果、ボーリングサイトは神川層から掘り始め、全体としては掘り止め深度までは神川層またはそれに連続する地層を掘削していると判断される。周辺地域の既存資料とともに判断すると、神川層の年代は20.3~18.4 Ma (1Ma=100万年)より新しく、 $14.95 \pm 0.24$  Maより古いと考えられ、前期中新世後期(一部、中期中新世最初期)であると判断される。したがって、ボーリングの地層の年代もこれをほぼ同じ程度であると推定される。

(e) 引用文献

- 1) 鈴木尉元，小玉喜三郎，三梨 昂：那古地域の地質。地域地質研究報告(5 万分の 1 地質図幅)。地質調査所、48p.，1990
- 2) 中嶋輝允，牧本 博，平山次郎，徳橋秀一：鴨川地域の地質。地域地質研究報告(5 万分の 1 地質図幅)。地質調査所、107p.，1981
- 3) 渡辺真人，高橋雅紀：房総半島鴨川地域、川谷ルートにおける中期中新世珪藻化石層序。地質学雑誌、Vol. 106, No. 7, pp. 489-500, 2000.
- 4) Takahashi, M. and Okada, T.: K-Ar age of the Kn-1 Tuff in the Miocene marine sequence in the Boso Peninsula, central Japan. Jour. Japanes Assoc. Petrol. Technol., Vol. 66, No. 4, pp. 396-403, 2001.

(f) 成果の論文発表・口頭発表等

1) 論文発表

著者	題名	発表先	発表年月日
なし			

2) 口頭発表、その他

発表者	題名	発表先、主催、発表場所	発表年月日
高橋雅紀 柳沢幸夫	関東地域の地質構造 新第三紀層位学の立場から	関東周辺地域の地殻構造と強振動予測(大都市圏地殻構造調査研究計画検討シンポジウム)	平成 14 年 5 月 13-14 日
柳沢幸夫	大規模ボーリングの地質年代調査と首都圏堆積層の構造	大都市圏地殻構造調査研究」第一回成果報告会 大大特 I 「地震動(強い揺れ)の予測」	平成 15 年 4 月 8 日

(g) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェアの開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 平成 15 年度業務計画案

- (a) 足柄平野において掘削されるボーリング試料について微化石分析を行う。具体的には、コア掘削で採取される泥岩試料について、石灰質ナノ化石、珪藻化石および有孔虫化石分析を行い、最新の地質年代尺度に基づいて、コア掘削深度の地層の地質年代を決定する。
- (b) 関東西部において掘削されたボーリングコア試料と周辺に露出する地層について地質学的検討を行う。具体的には、既存のコアのうち基準となるコアについて、微化石分析を行い、地下地層の年代と構造を明らかにする。また周辺の地層についても地質データを解析するとともに、微化石分析を行う。これらのデータを総合して、コアおよび地表の地層を正確に統合することによって全体としての地質構造を明らかにし、地下構造モデルの構築に資する。