

3. 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

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
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 海洋資源環境研究部門 海洋地球変動研究グループ	グループ長 主任研究員 主任研究員 主任研究員	柳沢幸夫 高橋雅紀 渡辺真人 田中裕一郎	y.yanagisawa@aist.go.jp msk.takahashi@aist.go.jp mht.watanabe@aist.go.jp y-tanaka@aist.go.jp
独立行政法人 防災科学技術研究所 固体地球研究部門	特別研究員	林 広樹	rin@bosai.go.jp

(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 ヶ年の年次実施計画

- 1) 平成14年度：房総半島鴨川観測井のボーリング試料について微化石分析を行い年代を決定した。また、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。
- 2) 平成15年度：足柄平野北部山北町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等を行う。また、関東において掘削された既存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い、地質学的手法に基づく大都市地下地質構造の解釈に資する。

(e) 平成15年度業務目的

神奈川県足柄平野北縁において掘削された山北南観測井のボーリング試料について、微化石分析等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。同時に、関東平野において掘削された既存の大深度ボーリング試料と関東平野周辺に露出する地層について地質年代調査を行い、それらを総合することにより関東平野の地下地質構造の解釈に資する。

(2) 平成 15 年度の成果

(a) 業務の要約

神奈川県足柄平野北縁部で掘削された山北南観測井のボーリング試料のうち、暫定的に記載された深度 300m までの試料について地質年代調査を行い、新たに作成した地質年代層序モデルを基にして、深度 15・300m の安山岩溶岩・凝灰角礫岩は箱根古期外輪山の前期成層火山群（約 50-35 万前）に対比されることを明らかにした。また、関東平野の地表の地層と既存のボーリング 92 本の一部について地質年代調査を行った。その結果、関東平野の堆積層は、下位より“N.8 層”（15.3-16.5Ma）、“post N.8 層”（15.3Ma-2.5Ma）、上総層群（2.5-0.4Ma）、下総層群（0.4M 以新）に区分できること、そして、この層序によって地表および地下の堆積層を的確にモデル化できることがわかった。とくに局所的に発達したグラーベンを埋積した厚い“N.8 層”が、地震波の増幅特性に影響する要因のひとつと考えられ、大震災の軽減を目的として関東平野の地下堆積層と基盤の構造を明確にするには、“N.8 層”の分布を正確に把握することがきわめて重要であることが判明した。

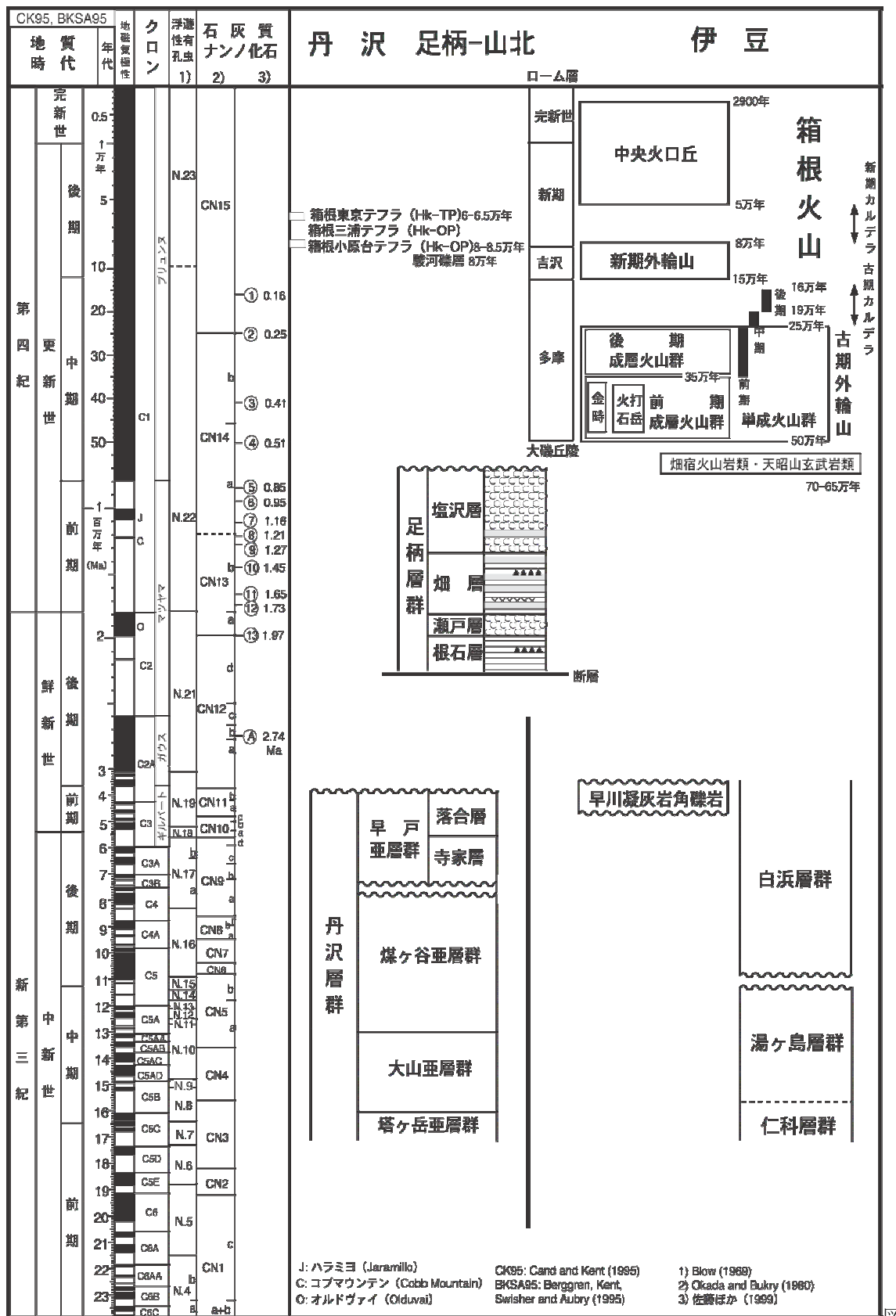
(b) 業務の成果

1) 山北南観測井のボーリング試料の地質年代調査

掘削計画では、既存の地質調査報告およびボーリング結果から、山北南観測井では堆積岩（足柄層群）から掘削すると予想された。しかし、現時点で記載が終了した深度 300m までは安山岩溶岩および火山角礫岩が回収された。したがって、堆積岩中に含まれる微化石を使用して地質年代調査を行うことはできなかった。また、採取されたコアの安山岩はカリウム含有量が少ないと予想され、さらにやや変質を被っており、通常の放射年代測定では年代を決定することができないと判断された。そこで、この調査では足柄地域から箱根地域かけての新生界の地質年代データの解析を行って、この地域の年代層序モデルを確立し、その上でこの層序モデルとボーリング試料の岩相観察を基礎としてボーリング試料の地質年代を推定した。

a) 足柄地域の新生代層の層序と地質年代モデルの確立

足柄地域は、伊豆・小笠原弧と本州弧の衝突帯に当たっており、極めて複雑な層序・地質構造をなしている。しかし、近年の地質学的研究の進展により、この地域に分布する新生代の地層の構造と年代は次第に明らかになってきた。図 1 に、これまでに報告のある各種微化石層序、古地磁気層序および放射年代データを解析して作成した足柄地域の新生代層の地質年代モデルを示す。なお、文献としては、各地層の層序と年代を総括した論文のみを引用するので、年代のオリジナルな文献はそれらの総括論文を参照されたい。また、微化石層序としては Blow (1969) の浮遊性有孔虫化石帯と Okada and Bukry (1980) の石灰質ナanno化石帯区分を用い、さらに更新世では佐藤ほか (1999) の石灰質ナanno化石の生層準と年代値も併用する。微化石年代は、Cande and Kent (1995) と Berggren et al. (1995) の地磁気極性年代尺度に基づく。



本州弧側の丹沢―山北足柄地域には中新統-鮮新統の丹沢層群が分布し、神縄断層を挟んでその南の鮮新-更新統足柄層群と接する。一方、その南西の伊豆弧側には箱根火山の噴出物が広く分布し、その下位に基盤として海成の火砕岩を主とする中新-鮮新統が存在する。

丹沢地域の丹沢層群は、下位より火砕岩が卓越し泥岩や砂岩泥岩互層を挟む塔ヶ岳・大山・煤ヶ谷垂層群と、主に碎屑岩からなる早戸垂層群からなる（青池，1999）。このうち、早戸垂層群は下位の層群を不整合で覆う。丹沢層群に関しては、岡田（1987）および青池（1999）などが石灰質ナノ化石年代を報告している。それによれば、大山垂層群下部からは CN3 帯、同層群上部からは CN4-CN5b 帯、煤ヶ谷垂層群からは CN9 帯の石灰質ナノ化石が産出している。また、その上位の早戸垂層群の寺家層は CN9 帯、落合層は CN10-11 帯に属するとされる。以上のデータから、塔ヶ岳垂層群の堆積年代は 17-16Ma、大山垂層群は 16-13Ma、煤ヶ谷垂層群は 13-8.5Ma と推定されている（青池，1999）。また、早戸垂層群の年代は 8-3.5Ma 前後となる。

足柄層群は、フィリピン海プレートと本州側プレートの境界を堆積した上部鮮新統―中部更新統で、泥岩から礫岩へと 2 回の上方粗粒化を示す（天野ほか，1986；Imanaga, 1999 など）。全層厚は 5000m を越え、下位より根石層（または日向層）・瀬戸層・畑層および塩沢層に区分される。根石層は主に泥岩（写真 1）からなり、凝灰質砂岩、安山岩質―デイサイト質火砕岩・溶岩（写真 2）を挟む。瀬戸層は礫岩の卓越する地層で、礫岩砂岩互層と輝石安山岩質の火砕岩・溶岩も挟んでいる。畑層は砂岩泥岩互層を特徴とし、礫岩層を挟む。最上部の塩沢層は礫岩砂岩互層からなり、駿河礫層に不整合に覆われる。



写真 1 足柄層群根石層の泥岩



写真 2 足柄層群根石層中の安山岩火山角礫岩

足柄層群の年代は、石灰質ナノ化石、浮遊性有孔虫、古地磁気層序および挟在する火山岩の K-Ar 年代測定により明らかにされた（Huchon and Kitazato, 1984; 岡田，1987；Imanaga, 1999 など）。石灰質ナノ化石では、佐藤ほか（1999）の Datum □（1.73Ma）と Datum □（1.65Ma）が瀬戸層と畑層の境界付近に、Datum □（1.45Ma）が畑層最上部に存在し、そして少なくとも塩沢層下部の海成層の部分は Datum □（1.48Ma）より古いことが判明している（Imanaga, 1999）。また、挟在する火山岩の K-Ar 放射年代が多数測定され、2.1-0.6Ma の年代値が得られている（Imanaga, 1999 など）。以上のデータから、

足柄層群の古地磁気層序は、根石層の逆帯磁がオールドヴァイサブクロン下位の松山クロン逆磁極期に、瀬戸層の正帯磁区間はオールドヴァイサブクロンに対比される。また、塩沢層上部での逆帯磁から正帯磁への変化は、その層準の放射年代データに基づき、松山クロンからブリュンヌクロンへの変化と解釈されている。以上から、露出している限りの足柄層群の年代は、下限が 2.2Ma 前後、上限は 0.6Ma 前後と推定されている (Imanaga, 1999)。

伊豆半島には、箱根火山の基盤として下位より中新統一鮮新統の仁科・湯ヶ島・白浜層群が分布する (小山, 1986; 青池, 1999)。なお、下部更新統の熱海層群も熱海付近に分布するが、図 1 では省いている。仁科層群は玄武岩—安山岩の水中火砕岩・溶岩を主体とし凝灰岩—火砕岩タービダイトなどを挟む。湯ヶ島層群は仁科層群とは断層で接し、安山岩や玄武岩の水中火砕岩・溶岩を主体として礫岩・石灰質砂岩を挟む。白浜層群は玄武岩—デイサイトの水中火砕岩・溶岩を主とし、火砕砂岩・礫岩・石灰質砂岩を挟在する。これらの堆積物からは、石灰質ナンノ化石と浮遊性有孔虫が産出している (岡田, 1987; 小山, 1982; Ibaraki, 1990 など)。

仁科層群下部からは CN3 (18.2-15.6Ma) を示す石灰質ナンノ化石が報告されている。また、湯ヶ島層群では、下部から CN4 帯 (15.6-13.6 Ma) の石灰質ナンノ化石、上部から N.14 帯 (11.8-11.4 Ma) の浮遊性有孔虫と CN6 帯 (10.8-10.4 Ma) の石灰質ナンノ化石が産出している。白浜層群からは N.14-N.19 帯 (11.8-3.35 Ma) の浮遊性有孔虫と CN12 帯 (3.75-1.95 Ma) の石灰質ナンノ化石が検出されている。湯ヶ島層群の上部の浮遊性有孔虫年代と石灰質ナンノ化石年代に一部矛盾はあるものの、以上のデータから、各層群の堆積年代は、仁科層群が 17-15.5Ma、湯ヶ島層群が 15.5-11Ma、そして白浜層群は 11-3Ma と推定される (青池, 1999)。

このほか、箱根火山の基盤である早川凝灰角礫岩については、小田原市根府川の小田原第 5 号温泉井の深度 780-850m から石灰質ナンノ化石と浮遊性有孔虫化石が産出している。それらは CN11b 亜帯 (4.2-3.75 Ma) と N.19 帯前半 (5.6-4.18 Ma) の群集と認定されることから、早川凝灰角礫岩の年代は約 4.2Ma 前後と推定されている (萬年ほか, 2003)。早川凝灰角礫岩は、デイサイト—安山岩質火砕岩を主とする海成層で、従来から貝化石群集の比較から白浜層群に対比されてきたが、微化石年代でそれが裏付けられたことになる。

以上の中新統一鮮新統の上に箱根火山の噴出物が広く分布する。箱根火山は、久野による一連の研究 (たとえば Kuno, 1950a, b) によって、古期外輪山 (OS)、古期カルデラ、新期外輪山 (YS)、新期カルデラおよび中央火口丘 (CC) からなることが示され、また、東方の大磯丘陵でのテフラ層序学研究 (たとえば町田, 1971; 上杉, 1976) によって形成史が明らかにされた。近年では、多くの放射年代測定と岩石の詳しい分析などが行われ、より詳細な火山体形成史が解明されつつあるが、まだ細部では問題が残されている (高橋ほか, 1999; 長井・高橋, 1999; 平田, 1999; 伊藤, 2000 など)。ここでは、高橋ほか (1999) および長井ほか (1999) などによってまとめられた年代層序を図 1 に示した。

箱根火山地域で最も古い噴出物は畑宿火山岩類で、約 65 万年前の K-Ar 年代が知られている (平田, 1999)。これは約 70 万年前とされる天昭山玄武岩類に対比されている。古期カルデラ形成以前に存在した火山体は古期外輪山 (OS) と総称され、1 つの大規模な成層火山と考えられてきた。しかし、近年の精力的な岩石学的・放射年代学的な研究により、古期外輪山は噴出中心の異なるいくつかの中—小規模の成層火山群と、多くの単成火山群

の集合体であることがわかってきた（平田，1999；高橋ほか，1999；長井・高橋，1999 など）。高橋ほか（1999）によれば、成層火山群は玄武岩質の前期成層火山群（50-35 万年前）と玄武岩－安山岩質の後期成層火山群（35-25 万年前）に大別される。このうち、山北南観測井に近接して分布するのは、前期成層火山群の金時山火山体と火打石岳火山体で、玄武岩ないし一部安山岩の火砕岩・溶岩（写真 3）からなり、いずれも噴出年代は 50-35 万年前とされる（長井・高橋，1999）。ただし、伊藤（2000）によれば、南東部の前期成層火山群の一部では約 21 万年前の放射年代が得られており、前期成層火山群の活動期間が少し若くなる可能性もある。一方、単成火山群はスコリア丘や溶岩ドームなどからなる側火山で、活動期に基づいて前期（30-25 万年前）、中期（25-19 万年前）および後期（19-16 万年前）に区分される。このうち、中期－後期の単成火山群の活動は、古期カルデラ形成期と重なる。



写真 3 箱根古期外輪山の前期成層火山群の凝灰岩角礫岩

古期カルデラは 25-16 万年前に少なくとも 5 回ほどの大規模な火砕流を伴う噴火によって形成されたと考えられている（高橋ほか,1999）。

新期外輪山（YS）は、15-8 万年前に古期カルデラ内において形成された安山岩－デイサイト溶岩流を中心とした噴出物よりなる盾状火山である。ただし、火山体の中心部は次の新期カルデラの形成によりほとんど失われている。新期カルデラは 8-5 万年の間に、箱根小原台テフラ（Hk-OP, 8-8.5 万年）、箱根三浦テフラ（Hk-MP）、箱根東京テフラ（Hk-TP, 6-6.5 万年）などの大規模な軽石噴火を伴う活動により形成された（年代は町田・新井，2003 による）。このうち、箱根東京テフラ（Hk-TP）は噴火規模が大きく、その火砕流は山北南観測井の近傍にも広く分布している。

中央火口丘（CC）は新期カルデラ内で形成された神山などの中央火口丘群からなる。その最新の活動は約 2900 年前である。

b) 周囲の地層との対比に基づく観測井の地層の年代推定

山北南観測井では、最上部深度 13.5m まではスコリアを多く含むローム化したテフラ層

からなり、深度 15m 以深は輝石安山岩溶岩と同質凝灰角礫岩からなる。

最上部のローム層は、その性質から新期ローム層と考えられ、その年代は中期更新世以降と思われる。一方、深度 15-300m に見られる輝石安山岩の溶岩はしばしばクラックが発達して著しく風化している。また、凝灰角礫岩も風化して土壌化した部分が認められる。これらのことは、この火山岩類が陸上で噴出・定置したことを示唆する。

観測井付近に分布する堆積層・火山岩のうち、安山岩からなる岩相は足柄層群中に挟在する安山岩と箱根外輪山噴出物のみである。このうち、足柄層群では複数の層準に安山岩質の火砕岩・溶岩が挟在するが、これらは海成層中のものであり固く固結していて土壌化した部分は含まず（写真 2）、山北南観測井の見られる安山岩質火砕岩・溶岩とは全く性質が異なる。したがって、山北南観測井の火山岩類は足柄層群中の火山岩類である可能性は低い。一方、箱根外輪山の噴出物は陸上の火山角礫岩・溶岩からなり、観測井で確認される火山岩類と岩相が酷似する（写真 3）。したがって現状のデータに基づく限り、観測井の火山岩類は箱根外輪山の一部である可能性が最も高いと考えられる。ただし、観測井の火山岩類は垂直方向の厚さが 300m 以上で、地下において大きく傾斜していると仮定しない限り箱根外輪山の一部とするには厚すぎ、その帰属に関しては問題が残こされている。

前述のように観測井に近接して分布する箱根外輪山噴出物は、前期成層火山群に属する金時山および火打石岳火山体の噴出物であるので、観測井で現時点までに記載された深度 300m までの安山岩類もこれらに関連した噴出物と推定される。これら前期成層火山群の年代は、約 50-35 万年前と推定されているので（高橋ほか，1999;長井・高橋，1999）、山北南観測井の火山岩類の年代もこれとほぼ同じ年代（中期更新世前期）である可能性が高いと判断される。ただし、前述のように、この火山岩類の帰属は確定しておらず、今後記載される更に下位の層準についても、年代調査が必要である。

2) 関東平野の地表地質の層序および地質年代調査

関東平野下には厚いところでは数 1,000m 以上の堆積層が伏在しているため、基盤の構造を正確に把握することはきわめて難しい。とくに、堆積物の厚さは場所によって大きく変化するため、基盤の構造にかなりの凹凸が存在していると考えられる。実際、基盤にまで達したボーリング試料の年代に基づくと、およそ 1,600 万年前に堆積した地層の存在が確認されていることから、関東平野の堆積層の空間的分布は、日本海の拡大まで遡る 1,600 万年以降の堆積の歴史を積分した結果である。さらに、1,500 万年以降は伊豆弧が赤石山脈と関東山地に衝突し続けており、その衝突帯(南部フォッサマグナ地域)の東側に位置する関東平野においては、島弧(伊豆弧)の衝突による大規模な変形を被ったことが容易に想像される。これら日本海の拡大と伊豆弧の衝突にともなう地層の堆積と変形が、関東平野の基盤構造を極めて複雑にしている。

このように複雑な地史を経てきた関東平野の地下地質構造を明らかにするためには、限られたボーリングデータや各種の物理探査情報に加え、地表に露出した地層の分布・年代・地質構造などをもとに類推することが不可欠である。関東平野下に伏在する堆積層と関東山地等の山地や丘陵域に露出する地層は、もともとは同じ地質構造発達史を経てきているはずである。関東平野下の堆積層は、およそ 300 万年前以降の関東平野の沈降(関東堆積

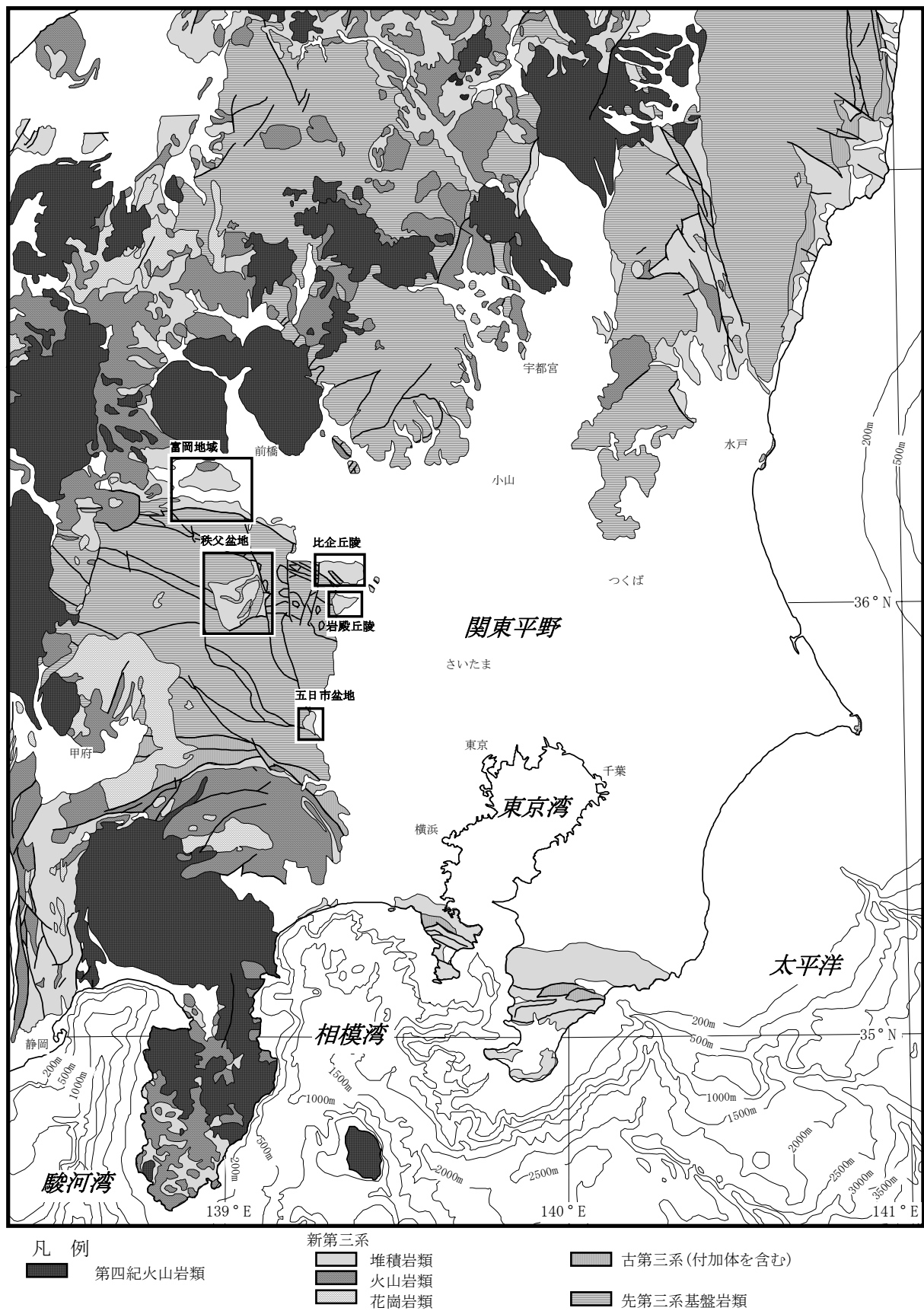


図 2 関東平野の地質図

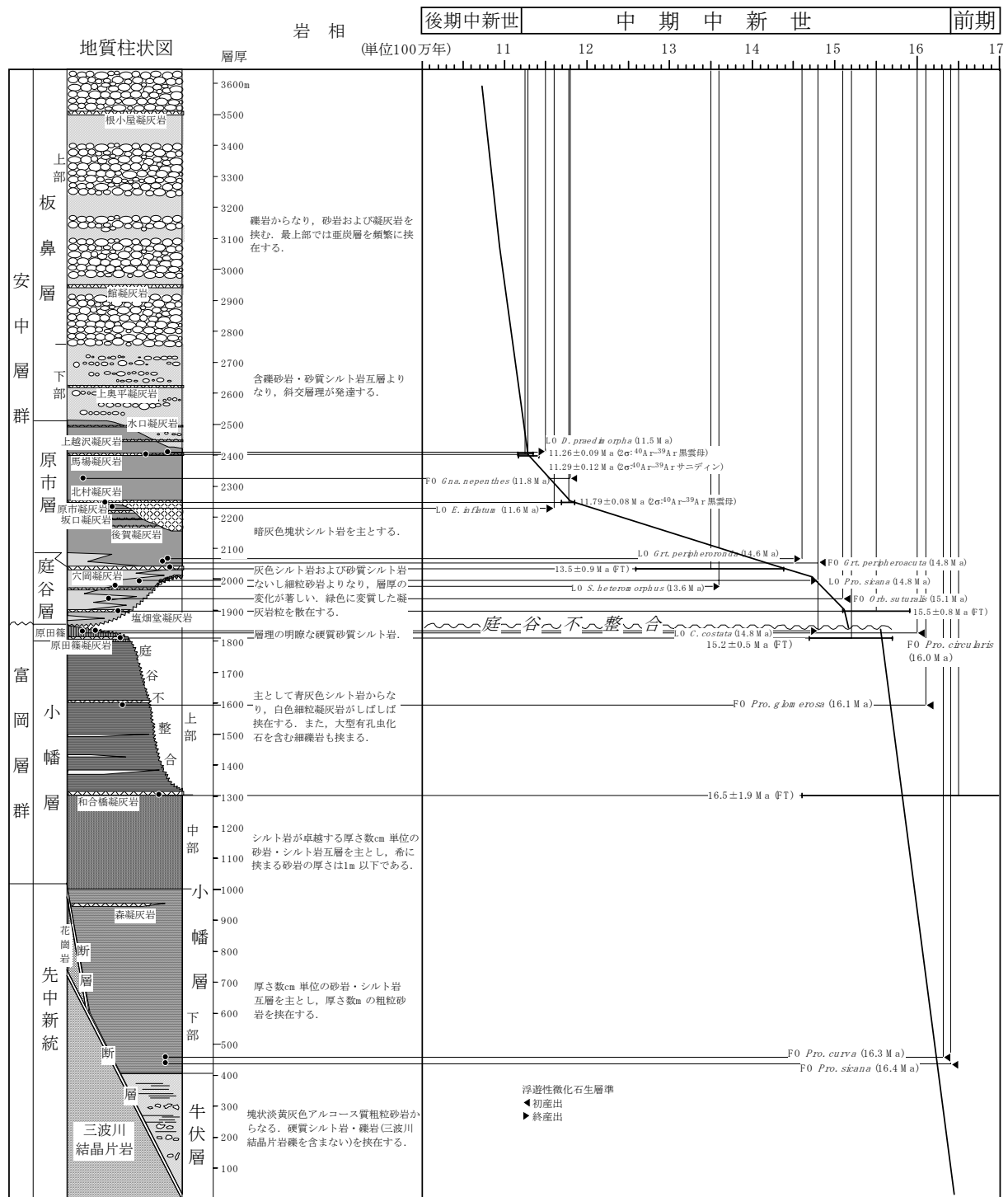


図3 富岡地域の岩相層序、年代層序および堆積速度曲線

盆地の形成)により上総・下総層群に被覆されたが、山地域では沈降を免れたため現在は地表に露出している。したがって、地表の地層について 300 万年前以前の地質構造発達史を明らかにすれば、関東平野に伏在する地層の堆積や分布様式、定性的変形の程度など、各種物理探査のみでは把握できない情報について、大局的に理解することが可能となる。このような目的のため関東平野周辺に露出する地層のうち、関東山地周辺に分布する富岡地域、秩父盆地、五日市盆地、比企丘陵および岩殿丘陵(図 2)について、地質・層序・年代・地質構造の特徴を整理し、1,600 万年以降の堆積層の一般的モデルを構築した。

a) 富岡地域

群馬県の富岡地域の中新統は、微化石ならびに放射年代により年代層序がほぼ確立されている(図 3)。富岡地域の地質については大石・高橋(1990)および高橋・林(2004)により地質および年代層序が詳しく報告されており、積算層厚が 4,000m に達する海成層が、庭谷不整合により二分されることが明らかにされている。庭谷不整合より下位の地層は牛伏層、小幡層および原田篠層に区分され富岡層群として一括されている。一方、不整合の上位には庭谷層、原市層および板鼻層からなる安中層群(高橋・林, 2004)が重なる。庭谷不整合の年代は浮遊性有孔虫化石帯(Blow, 1969)の N.8/N.9 帯境界(1,510 万年 : Berggren et al., 1995)より若干古い。庭谷不整合を挟んで下位の富岡層群はおよそ 1,650～1,550 万年前に堆積した海底扇状地堆積物(タービダイト)からなり、堆積速度が非常に速いことが図からよみとれる。一方、庭谷不整合の上位に重なる安中層群は塊状のシルト岩を主とし、富岡層群に比べ堆積速度が著しく小さかったことがわかる。安中層群上部の板鼻層は海退期の粗粒堆積物で、堆積速度に要した時間は短かったことが推定される。

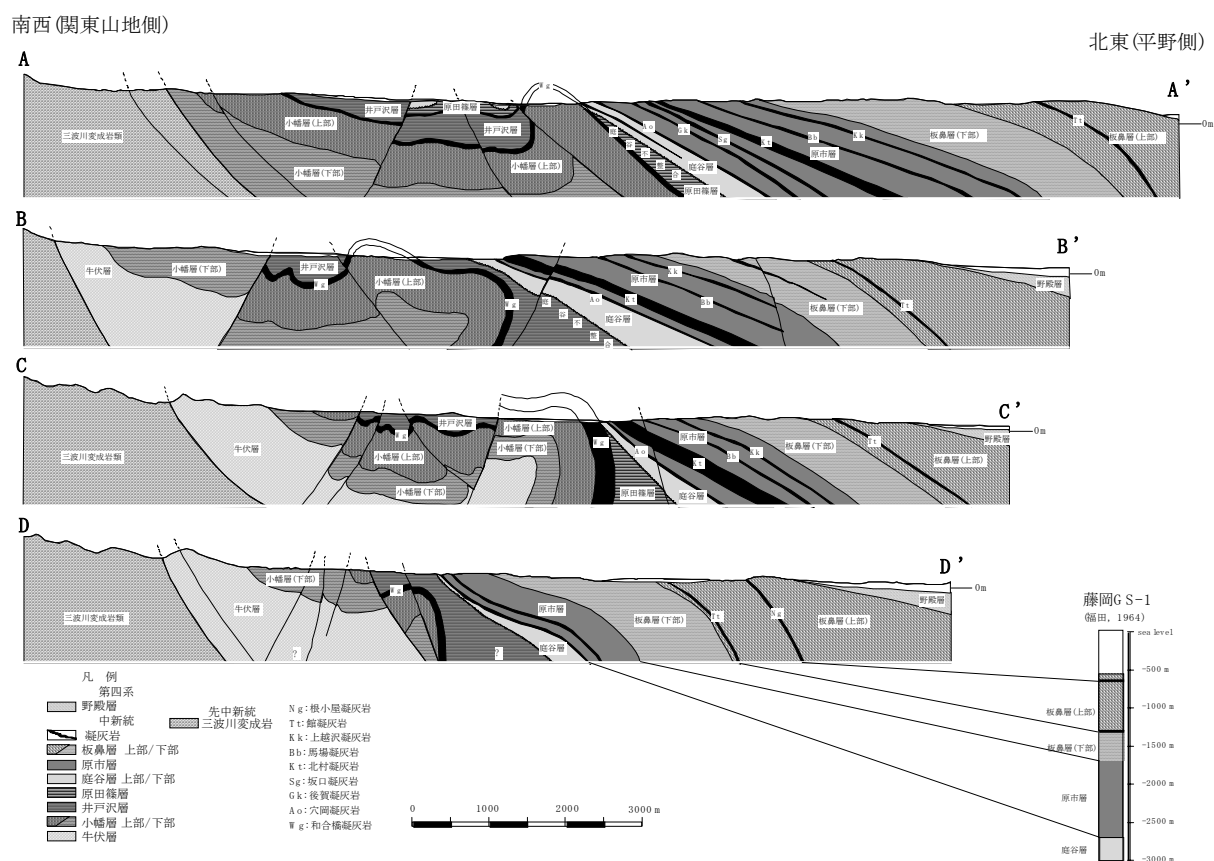


図 4 富岡地域の断面図

タービダイトを主とし大きい堆積速度で特徴づけられる富岡層群と、塊状シルト岩からなり遅い堆積速度であった安中層群は、地質構造にも顕著な差が認められる。関東山地から平野側に向かう側線で地質断面図(図 4)を作成すると、庭谷不整合より下位の富岡層群には褶曲構造や逆断層が発達しているのに対し、安中層群はほぼ一様に盆地側に傾動していることがわかる。このことから、庭谷不整合はおよそ 1,530～1,520 万年前の側方圧

縮変形によるテクトニックな不整合であることが明らかである。一方、庭谷不整合より上位の地層の変形は軽微で、およそ 1,000 万年前に海退期を迎えて以降、顕著な変形を被っていない。このように、富岡地域の地層はおよそ 1,650～1,550 万年前に堆積した厚い地層と 1,500～1,000 万年前に堆積した比較的薄い地層に二分され、前者は著しく変形しているのに対し、後者の変形は軽微であることを特徴とする。両者の境界には庭谷不整合が存在し、テクトニックな転換を強く示唆する。これらの特徴をもとに、庭谷不整合より下位の地層を“N.8 層”、一方上位の地層を“post N.8 層”として便宜的に大別し、その他の地域においてもこの特徴が認識されるか、さらに調査を行った。

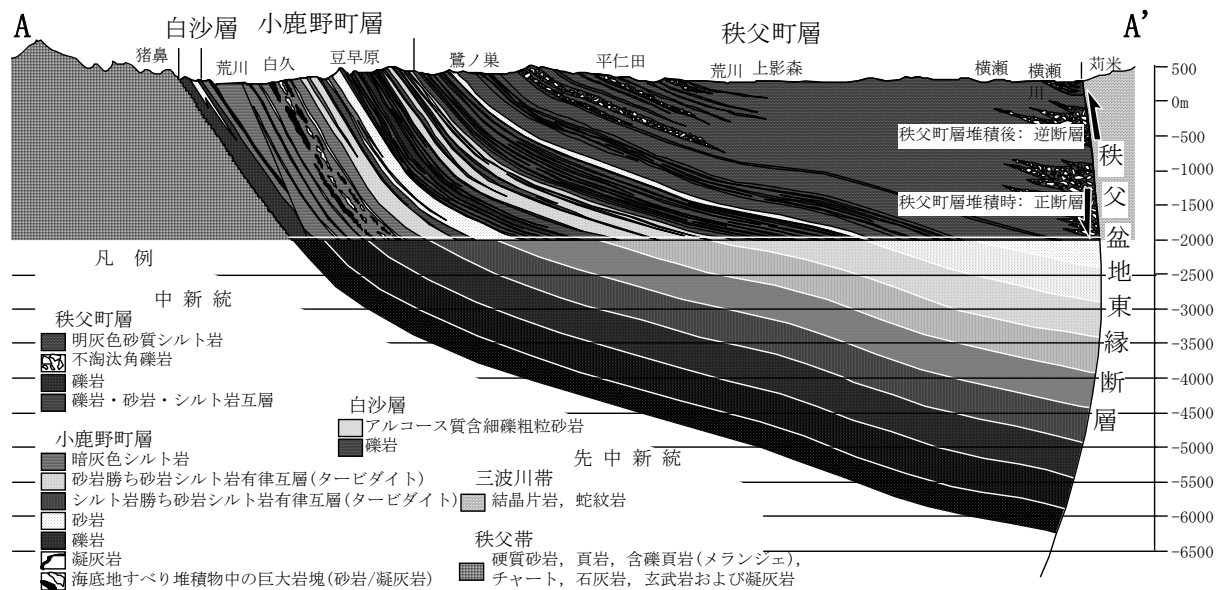


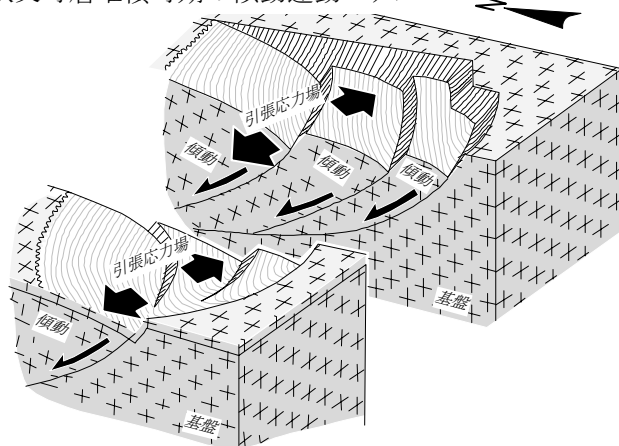
図 5 秩父盆地の断面図

b) 秩父盆地

関東山地の中程にある秩父盆地には積算層厚が 6,000m 近い海成層が分布し (図 5)、下位より白砂層、富田層、子ノ神層、小鹿野町層および秩父町層に区分される(牧本・竹内, 1992)。このうち少なくとも小鹿野町層の最下部から上位の地層は、浮遊性有孔虫化石帯の N.8 帯に含まれ、庭谷不整合より下位に位置する(高橋, 1992)。層厚が 6,000m ほどの厚い地層が堆積に要した年代幅はおよそ 150 万年程度と推定され、著しく大きい堆積速度が算定される。また、下部に厚いタービダイトが発達することも、“N.8 層”である富岡層群の特徴に符合する。地質断面図では南東に向う扇状の構造が復元される(図 5)。

この前面には落差のある正断層が存在し、厚い地層と基盤が断層を隔てて接している。とくに、断層近傍には不淘汰角礫岩が発達し、断層の活動に伴って盆地側が傾動・沈降し、断層崖から角礫が供給されたことが伺える。この断層はその後のインバージョン(反転)により逆断層として再活動し、断層近傍の地層を褶曲させている。東西-南北が 13km ほどの狭い範囲に 6,000m 近い地層がわずか 100 万年ほどの短期間に堆積したこと、また不淘汰角礫岩の存在から堆積盆地の境界断層が当時正断層として活動していたことから、秩父盆地はおよそ 1,650～1,550 万年前に形成された典型的ハーフグラabenであると判断される(図 6)。このように局所的に厚い地層が堆積した秩父盆地は、典型的“N.8 層”といえる。

秩父町層堆積時期の傾動運動モデル



秩父町層堆積時期の堆積場モデル

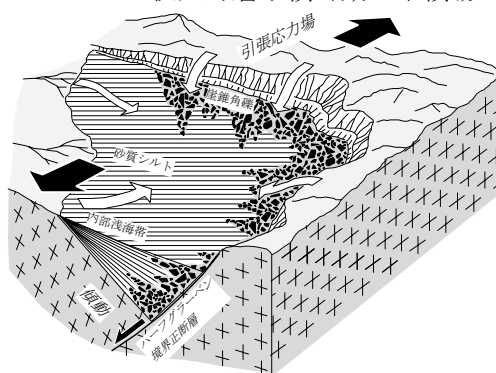


図 6 秩父盆地の堆積モデル

c) 五日市盆地

関東山地の南東端に位置する五日市盆地にも、厚さが 2,000m を越える海成中新統が分布する (図 7)。下位より幸神層、小庄層、館谷層および横沢層に区分され、浮遊性有孔虫化石帯の N.8 帯と石灰質ナンノ化石帯(Okada and Bukry, 1980)の CN3-CN4 帯を指示する石灰質微化石が報告されている(入月ほか, 1990)。したがって、五日市盆地の中新統も庭谷不整合より下位に位置し、年代的には“N.8 層”に相当する。下部の厚いタービダイトおよび上部の不淘汰角礫岩と指交する砂質シルト岩が著しく変形し、地層は大局的には平野側(東方)に急傾斜し、場所によっては逆転している。褶曲構造は NE-SW 方向に短縮した座屈褶曲であると考えられる。富岡地域や秩父盆地とは年代や岩相、層序さらに NE-SW 方向の圧縮変形を被っていることも一致するが、変形の程度は五日市盆地が最も著しい。

d) 比企丘陵

関東山地北東縁に位置する比企丘陵には“N.8 層”と“post N.8 層”が分布している。比企丘陵の“N.8 層”には褶曲構造が発達し、さらに断層により細かく分断されているため、野外調査のみでは層序の確立が極めて難しい。そのため、可能な限り微化石年代を決定し、年代をもとに層序を組み立てた。その結果、下位より小園層、荒川層および市ノ川層からなる“N.8 層”と、土塩層および楊井層からなる“post N.8 層”に区分されることが判明した (図 7)。これらの岩相および年代層序は富岡地域の層序によく対応し、また秩父盆地や五日市盆地に特徴的に挟まれる不淘汰角礫岩 (青岩礫岩)が発達することが明らかとなった。とくに“N.8 層”は著しく変形しているが、“post N.8 層”である土塩層および楊井層は 北東方に一樣に傾動しているのみで、両者の地質構造は対照的である。

e) 岩殿丘陵

比企丘陵の南側に位置する岩殿丘陵には“post N.8 層”に相当する地層が分布する(図 7)。岩殿丘陵の層序は富岡地域の安中層群にきわめて良く対応するが、続成作用は比較的軽微で地層は幾分軟質である。地質構造は南にプランジした緩やかな向斜構造を示し、変形の

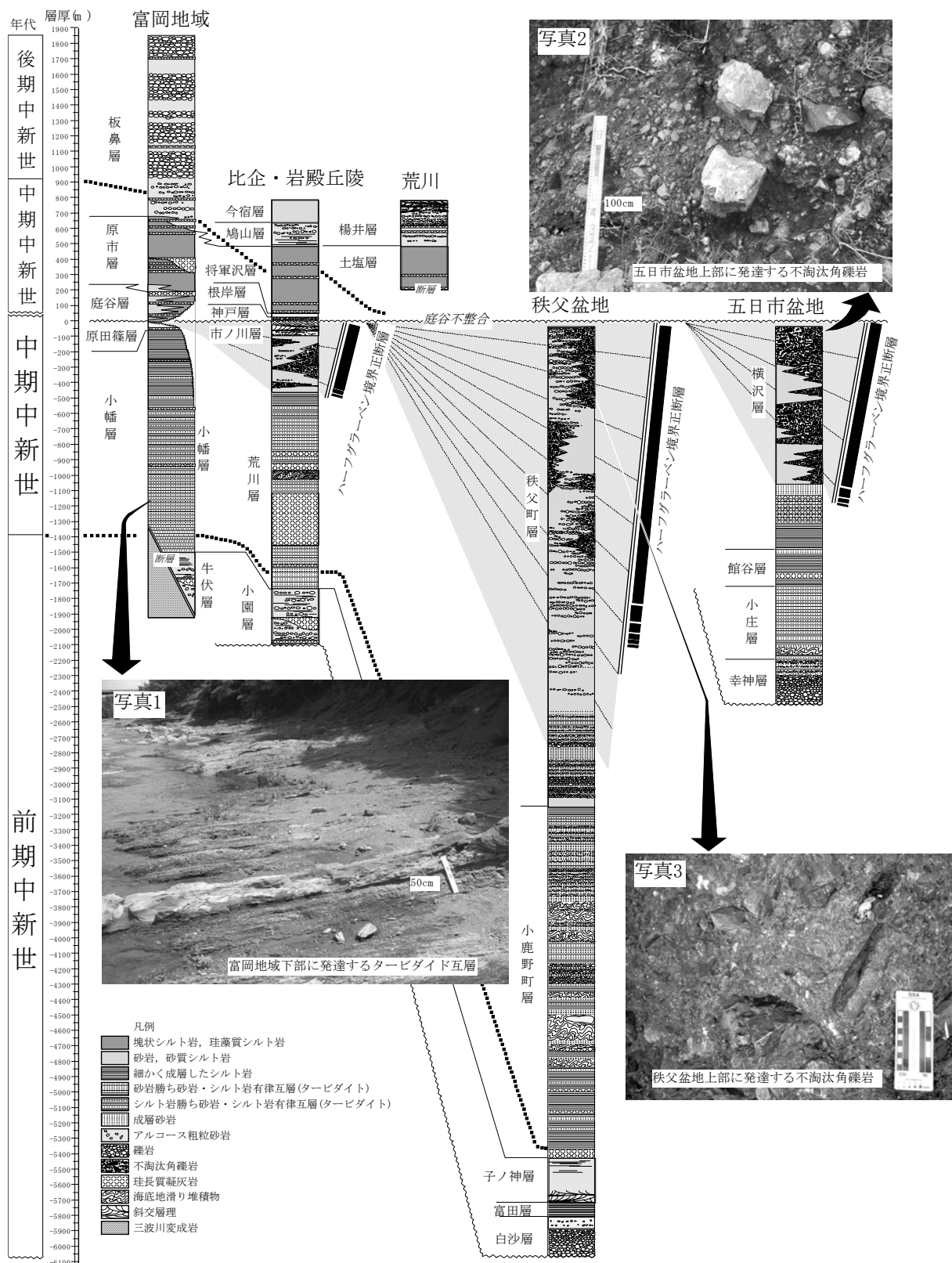


図7 各堆積盆地の比較

程度は隣接する比企丘陵の“N.8 層”に比べ明らかに軽微である。岩殿丘陵の北縁を流れる都幾川河岸には不整合を隔てて“N.8 層”である荒川層および市ノ川層がわずかに露出しているが、地質構造は複雑である。この不整合は年代的にも庭谷不整合に相当することは明

白であり、庭谷不整合は広域に追跡される可能性が高い。とくに不整合面を挟んで下位の地層と上位の地層には著しい構造差が存在することから、関東平野下の物理探査において庭谷不整合に相当する反射面が追跡される可能性が期待される。

f) 地表地質年代調査のまとめ

以上のように、庭谷不整合より下位のいわゆる“N.8 層”は、最下部の基底礫岩ないし粗粒砂岩の上位に重なる厚いタービダイトと、砂質シルト岩からなり不淘汰角礫岩が堆積盆を画する境界断層近傍に挟在する傾動盆地埋積物により特徴づけられる。とくに、後者は局所的に非常に厚い地層として分布し、日本海の拡大末期の広域引張場のもとで形成されたハーフグラベン群(Yamaji, 1990)に堆積したものであろう。これらの“N.8 層”は、庭谷不整合の形成時期に側方圧縮変形を被っており、著しく褶曲し、断層により分断化された(高橋, 1989)。

一方、いわゆる“post N.8 層”は、富岡地域の庭谷層―板鼻層、比企丘陵の土塩層ならびに楊井層、および岩殿丘陵の都幾川層群が相当する。“post N.8 層”の下部にあたる富岡地域の庭谷層や岩殿丘陵の神戸層および根岸層は、礫岩ないしコキナ質粗粒砂岩、砂質シルト岩よりなり、各種の浮遊性微化石を産出する(図 7)。その上位に重なる原市層(富岡地域)や將軍沢層(岩殿丘陵)は塊状シルト岩よりなり、いずれも層厚が 500m 程度と一定している。浮遊性微化石年代等を考慮すると、これら海成細粒碎屑物が堆積するのに要した時間は、庭谷不整合(およそ 1,530～1,520 万年前)から 1,000 万年前頃までの 500 万年程度と考えられる。したがって、“post N.8 層”のうち海成細粒碎屑物の平均堆積速度はおよそ 14cm/1,000 年と算定され、地層の圧密を勘案しても、“N.8 層”の堆積速度(秩父盆地でおよそ 400cm/1,000 年)より著しく小さい。

さらに上位には、板鼻層(富岡地域)や楊井層(荒川)、鳩山層および今宿層(岩殿丘陵)などの粗粒碎屑物が整合に重なる。板鼻層や楊井層はデルタ堆積物であり、上方に向かって礫岩や亜炭層が頻繁に挟在し、斜交層理が発達する。これら粗粒堆積物の層厚は、板鼻層で 1,200m ほどに達するが、堆積に要した時間は地質学的には非常に短いであろう。いずれの地域でも中期中新世の末期―後期中新世初期に海退期を迎えている。

これら関東山地周辺の“post N.8 層”と同様の層序は、関東平野北東部の栃木県烏山地域に分布する荒川層群においても認められ、海進の開始(N.8 期の末期:およそ 1,510 万年前)から海退期(およそ 940 万年前)までの数 100 万年間に 700m ほどの海成層が堆積している。いずれの地層も変形は軽微で、大局的には平野側へ緩く傾動している。このように、“post N.8 層”は、海退期の粗粒堆積物を除くと、数 100 年以上の堆積期間をかけて厚さ数 100m 程度のシルトが広域で堆積し、また地層の変形が軽微であることを特徴とする。このことは、最大 6,000m もの非常に厚い地層が、わずか 100 万年程度の時間幅に堆積し、かつ著しく側方圧縮変形を被っている“N.8 層”とはきわめて対照的である。

これらの地表地質から明らかにされた特徴は、関東平野下に伏在する堆積層にも適応が可能であると予想される(図 8)。地表地質から想定される地下地質の特徴は、□これまで三浦層群として一括された地層は庭谷不整合を挟んで“N.8 層”と“post N.8 層”に二分されること、□“post N.8 層”は上総・下総層群と同様に広域にほぼ一様に分布しているのに対し“N.8 層”の分布は極めて局所的であること、さらに□“post N.8 層”は上総層群等と同様変形

が軽微であるが“N.8 層”は著しく変形していることがあげられる。

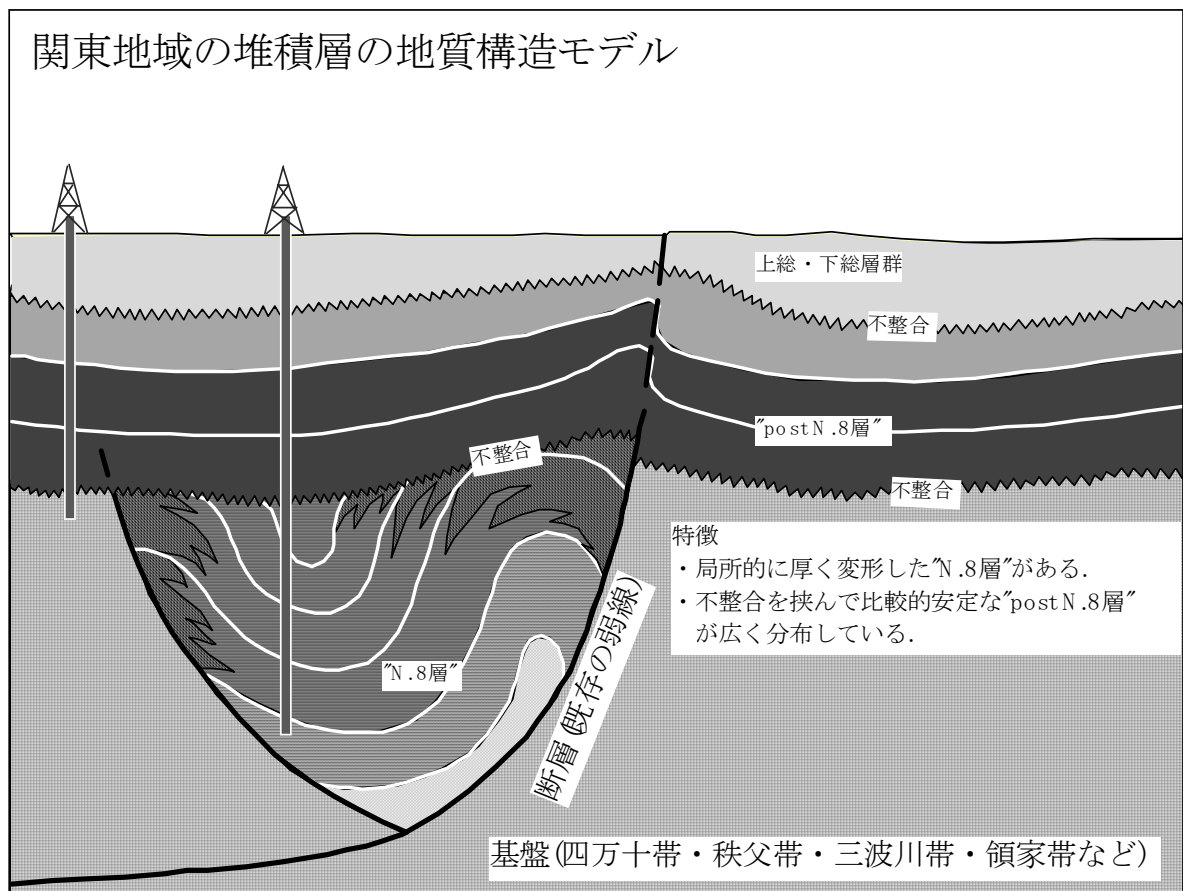


図 8 関東地域の堆積層の地質構造モデル

とくに、“N.8 層”の境界は落差のある断層である可能性が高く、現在の圧縮応力場のもとで断層がインバージョンにより活断層として再活動する可能性も否定できない。例えば、立川断層は地下深部に伏在する“N.8 層”の境界正断層が逆断層として再活動したものと考えられる。また、局所的に厚く伏在する“N.8 層”は地震波を増幅する要因のひとつと考えられる。したがって、大震災を軽減する目的で関東平野下の地下地質構造を明らかにし基盤構造を明確にするためには、とくに“N.8 層”の分布域を正確に把握することがきわめて重要と考えられる。

3) 大深度ボーリングによる調査結果の分類・整理

関東平野の地下地質構造の解釈に資するため、H14 年度に掘削した鴨川観測井を含む既存のボーリング試料について地質年代調査を行った。

a) 鴨川観測井の追加地質年代調査

平成 14 年度に千葉県鴨川市平塚大山で掘削されたボーリングコア試料について、前回の報告（柳沢ほか、2003）以降に石灰質ナンノ化石と底生有孔虫化石の追加データが得られたので報告する。掘削地点の地質概要と分析方法等については前報を参照されたい。

i) 石灰質ナンノ化石

深度 1,550m のカッティングス試料から新たに保存不良の石灰質ナンノ化石が少量得られた。産出した群集は *Cyclicargolithus floridanus*, *Discoaster deflandrei* などの種から構成される。このうち、*C. floridanus* は Okada and Bukry (1980)の石灰質ナンノ化石帯 CN5a 帯の上限で絶滅する。また、*D. deflandrei* は Perch-Nielsen (1985)に基づく CN3 帯の上限で産出頻度が急減し、遅くとも CN5b 帯で絶滅する。したがって、この試料の堆積年代は前期中新世～中期中新世と判定される。

表 1 石灰質ナンノ化石産出表

Species	Range Age / CN Zone	Sample No. Depth(m)
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller (6-6.9μ)	long range ≡ Creta.→	1
<i>Cyclicargolithus floridanus</i> (Roth & Hay) Bukry	L.Eo.-M.M.(CP15b-CN5a)	1
<i>Dictyococcites productus</i> (Kamptner) Backman	long range ≡ Neogene	1
<i>Discoaster</i> aff. <i>braarudii</i> Bukry	M.M.-L.M.(CN5b-CN9)	1
<i>Discoaster deflandrei</i> Bramlette & Riedel	Oig.-M.M. (CP9b-CN5)	1
<i>Discoaster exilis</i> Martini & Bramlette	E.M.-L.M.(CN3～CN9)	1
<i>Discoaster</i> spp.	Neogene form	1
<i>Reticulofenestra pseudumbilicus</i> (Gartner) Gartner(6-9μ)	E.M.-E.Pli.(CN3～11b)	2
<i>Reticulofenestra</i> spp.	Neogene form	1
<i>Sphenolithus</i> cf. <i>disbelemnus</i> Fornaciari and Rio	E.M(CN1c-CN2)	1
<i>Sphenolithus moriformis</i> (Bron. & Strad.)Bramlette & Wilcoxon	Pal.-L.M(CP10-CN8b)	1
<i>Sphenolithus</i> spp.	Neogene form	1
石灰質ナンノ化石総数		13
Abundance A:abundant, C:common, F:few, R:rare, VR:very rare, VVR:very very rare, No:barren		VVR
Preservation G:good, M:moderate, P:poor, VP:very poor		P

説明 Pleist: Pleistocene, E.Pli: Early Pliocene, L.Pli: Late Pliocene,
E.M.: Early Miocene, M.M.: Middle Miocene, L.M.: Late Miocene,
Pal.: Paleocene, Eo: Eocene, Oli: Oligocene.

ii) 底生有孔虫化石

ボーリングの最深部近い 2,037m のカッティングス試料から、保存不良の底生有孔虫化石が少量産出した。群集内容は既に報告された深度 650m のものと同じく、深海性膠着質有孔虫の *Cyclammina* 属および *Karreriella* 属などの種群から構成される。この試料からは石灰質有孔虫が産出しなかった。この群集内容からは、深度 650m と同様、下部漸深海帯

の古水深が示唆される。年代決定に有効な有孔虫化石は産出しなかった。

iii) 鴨川ボーリングの微化石分析結果のまとめ

鴨川ボーリングからは、深度 10m のカッティングス試料から新第三紀を示す珪藻化石、および深度 1,400m 付近のスポットコア試料から後期白亜紀を示す石灰質ナノ化石が産出している。前年度にボーリング地点を含む周辺地域を詳細に地質調査した結果、鴨川ボーリングでは掘止深度の 2,038m まで一連の岩相であり、神川（かにがわ）層に相当する地層を掘削していると判断された。周辺地域の既存資料に基づくと、神川層の年代は 20.3-18.4 Ma よりも新しく、14.95±0.24 Ma よりも古いと判断される。したがって、鴨川ボーリングで得られた地層もこれとほぼ同年代と考えられ、前期中新世後期～中期中新世最初期にかけて堆積した地層であると判断された。深度 1,400m 付近より産出した後期白亜紀の石灰質ナノ化石は、再堆積によるものであると考えられる。

表2 底生有孔虫化石産出表

Species	650m	2037m
Aglutinated Foraminifera		
<i>Cyclammina ezoensis</i> Asano	1	1
<i>Cyclammina pusilla</i> Brady	1	-
<i>Cyclammina cancellata</i> Brady	19	-
<i>Cyclammina japonica</i> Asano	1	-
<i>Cyclammina orbicularis</i> Brady	-	5
<i>Haplophragmoides</i> sp.	1	1
<i>Karreriella</i> sp.A	5	2
<i>Karreriella</i> sp.B	4	-
<i>Recurvoides</i> sp.	3	-
<i>Spirosigmoilinella compressa</i> Matsunaga	1	-
<i>Veleroninoides</i> cf. <i>scitulus</i> (Brady)	2	1
MISCELLANEA	3	4
Calcareous Foraminifera		
<i>Epistominella</i> ? sp.	1	-
TOTAL	42	14
PRESERVATION	VP	VP

網掛け部は 14 年度報告書で報告した試料

今回の追加分析では、この白亜紀後期の石灰質ナノ化石を産出した層準よりも下位から、前期中新世後期～中期中新世を示す石灰質ナノ化石が産出した。この結果は陸上地質で制約された上記神川層の年代と矛盾無く、また後期白亜紀の石灰質ナノ化石が再堆積である事を裏付けるものである。

b) 関東平野の既存ボーリング試料の地質学的層序学的検討

関東平野は、場所により 3,000m を超える厚い新第三系によって埋積された日本最大の平野であり、その基盤構造は多数の大規模なボーリング調査や物理探査等の手法で調査されてきた。大都市圏地殻構造調査研究で関東平野のボーリング調査を行うにあたり、これ

までのボーリング調査による成果を適切に整理し参照することが、今後ボーリング調査計画を詳細に策定し実施するうえで重要である。

そこで今年度は、関東平野でこれまで掘削されたボーリング調査資料を見直し、近年飛躍的に高精度化した微化石生層序の手法に基づいて層序区分の整理を試みる。なお、成果の一部は学術雑誌に投稿した（林ほか、投稿中 a, b）。

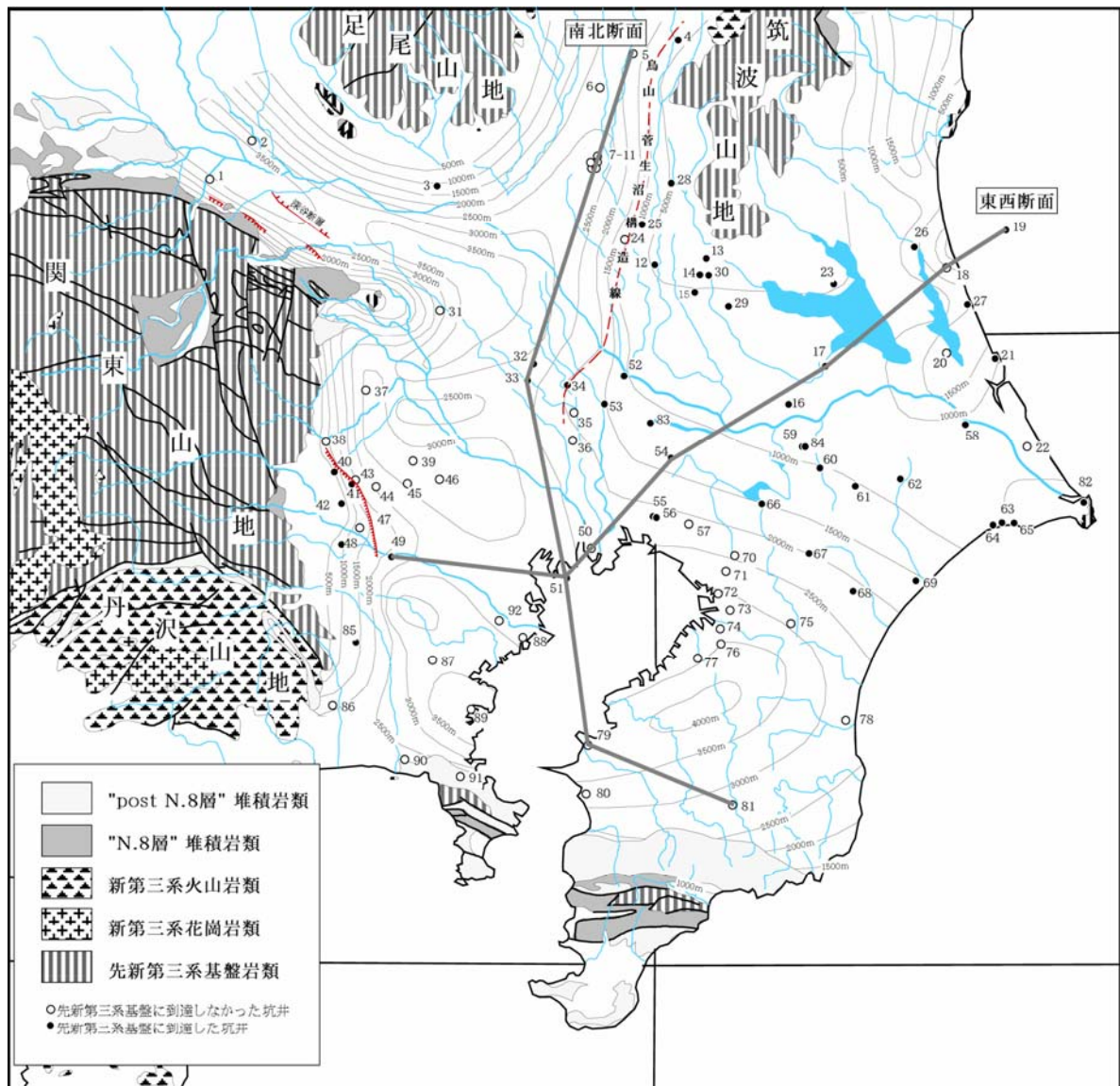


図9 関東平野の主要坑井位置図。各坑井の番号は表3、東西・南北断面は図18に示す。

i) 関東平野で掘削された大規模ボーリング

関東平野ではこれまで数多くのボーリング調査が行われている。まず、1960–1970年代にかけて、水溶性天然ガス資源の調査やガス地下貯蔵手法の開発を目的としたボーリング調査が、主として房総半島や関東平野中央部で行われた（例えば、福田、1962）。

表 3 関東平野で掘削された大規模ボーリング．文献は林ほか（投稿中 a）を参照。

番号	孔井名	標高(m)	埋留深度(m)	基盤上面	Post N. 8層基底	上総層群基底	下総層群基底	文献
1	藤岡GS-1	71.21	2933	-	-	524	209	福田(1964)
2	伊勢崎観測井	57	1983	-	-	467	?	鈴木・小村(1999)
3	館林観測井	20	1215	576	576	389	130	鈴木・小村(1999)
4	真岡温泉井		1536	-	1159	?	?	もおか鬼怒公園開発株式会社 (私信)
5	真岡観測井	68	1670	-	1090	575	57	鈴木・小村(1999)
6	南河内温泉井		1500	-	1240	507.2	?	栃木県立博物館 (私信)
7	結城R-1	35.5	1108.1	-	984	557	242	鶴田(1964)
8	結城R-2	35	1423	-	970	590	243	鶴田(1964)
9	結城R-3	31.9	1057.8	-	977	600	244	鶴田(1964)
10	結城R-4	32.783	1205.5	-	1070	566	?	鶴田(1965)
11	結城R-5	33.802	1204	-	1107	584	?	鶴田(1965)
12	石下観測井	16	887	502	-	502	?	池田・塚原(1987)
13	防災科研つくば	25	575	385	-	385	?	塚原ほか(1983)
14	地理院つくば	24.95	790	462	-	462	36	多田(1983)
15	応用地質実験井	25	1325	597	-	597	?	三本ほか(2000)
16	新利根R-1	3	836	810	-	810	137	石井(1962)
17	江戸崎観測井	2	1232	663	-	663	121	鈴木・小村(1999)
18	大洋観測井	40	1192	-	361	361	25	鈴木・小村(1999)
19	鹿島沖SK-1	-38	2159	1605	-	470	?	米谷ほか(1981)
20	潮来温泉井	33	1667	-	-	?	?	鈴木(2002)
21	鹿島KT-1	5	905	882	-	565	?	石井(1962)
22	波崎観測井	4	801	-	-	441	45	塚原・池田(1986)
23	霞ヶ浦観測井	25	514	428	-	428	109	*KiK-net Web
24	八千代温泉井		1500	-	-	-	1050	(財)八千代町ふるさと公社 (私信)
25	下妻温泉井		1488	1040	?	?	?	下妻市農林課 (私信)
26	鉾田温泉井		1250	-	900	560	300	(財)鉾田健康ふれあい財団 (私信)
27	大洋温泉井		1050	?	500	350	100	茨城温泉開発株式会社 (私信)
28	明野温泉井		1500	253	-	-	253	明野町施設課 (私信)
29	GSJつくば	24	751.5	525	-	501	31	三本ほか(2000)
30	筑波大学2号井	26	500	409.1	-	409.1	21	佐藤ほか(1980)
31	北本温泉井	23	977	-	-	207	?	福田ほか(1988)
32	春日部GS-1	5.41	3098	3067	1670	1036	206	福田(1962)
33	岩槻地殻観測井	8.49	3501	2888	2271	1030	226	高橋ほか(1983)
34	松伏SK-1	4.53	2001	1595	1544	993	365	城戸(1964)
35	草加R-2	3.1	1583	-	-	1207	202	福田ほか(1988)
36	草加R-1	2.2	1798	-	-	1308	528	河井(1961)
37	日高観測井	51	1782	-	1450?	409	59	鈴木・小村(1999)
38	飯能温泉井	90	1000	-	-	?	?	中里(1992)
39	所沢観測井	21	2013	-	-	974	45	鈴木・小村(1999)
40	瑞穂試験	142	260	228	-	228	-138	川島ほか(1985)
41	武蔵村山試験	124.4	579	537	-	537	?	川島・川合(1980)
42	昭島試験	119	302	269	-	259	?	川島ほか(1990)
43	武蔵村山温泉井	130	1370	-	-	510?	?	中山ほか(2000)
44	東大和試験	97.3	605	-	-	-	-17	川島・川合(1977)
45	東村山試験	64	643	-	-	-	-17	川島・川合(1983)
46	東久留米観測井	39.7	969	-	-	-	129	川島・遠藤(1972)
47	立川試験	74.5	929	896	-	792	-66	遠藤ほか(1978)
48	八王子試験	109	592	572	-	572	-100	川島ほか(1984)
49	府中地殻観測井	45.01	2738	1977	-	1449	-	鈴木・高橋(1985)
50	江戸川R-10	3	2049	-	-	1689	289	河井(1961)
51	江東地殻観測井	7	3023	2572	2572	936	108	鈴木(1996)
52	野田R-1	7.46	1123	1029	-	1029	232	福田ほか(1974)
53	流山P-1	3.25	1522	1479	-	1247	186	福田ほか(1988)
54	下総地殻観測井	22.81	2307	1491	1491	1266	182.2	鈴木・高橋(1983)
55	船橋FR-18	7.2	2100	2064	2064	1870	473	福田ほか(1974)
56	船橋地殻沈下観測井	2.9	2143	2136	2136	1917	451	楢井ほか(1972)
57	八千代台R-1	27	1676	-	-	-	423	石和田ほか(1962)
58	小見川R-1	0.44	662	658	-	658	50	石井(1962)
59	成田観測井	12	1324	860	-	860	158	鈴木・小村(1999)
60	成田R-1	7	1046	1011	-	1011	143	石井(1962)
61	菱田R-1	41.06	908	897	-	897	?	菊池(1963)
62	多古R-1	6.95	819	818	-	818	8	石井(1962)
63	旭R-1	5.5	736	733	-	733	?	河井(1961)
64	旭R-2	3.54	560	545	-	545	?	河井(1961)
65	飯岡R-1	5	396	395	-	395	?	石和田ほか(1962)
66	佐倉R-1	3.3	1519	1507	-	1507	267	菊池(1963)
67	八街R-2	45.96	1949	1943	1943	1846	224	河井(1961)
68	成東R-2	7.46	1999	1993	1993	1899	*	石和田ほか(1962)
69	蓮沼TR-1	2	1444	1429	1429	1359	*	河井(1961)
70	四街道R-1		2000	-	-	-	460	菊池(1963)
71	千葉P-1	37	1924	-	-	-	463	樋口・斎藤(1965)
72	千葉FR-10		2000	-	-	-	250	楢井ほか(1975)
73	千葉BA-10		1980	-	-	-	290	楢井ほか(1975)
74	千葉MTI-2000		2000	-	-	-	290	楢井ほか(1975)
75	千葉観測井	65	1976	-	-	-	95	鈴木・小村(1999)
76	八幡R-6		2000	-	-	-	?	石和田ほか(1962)
77	五井R-1		1305	-	-	-	300	河井(1961)
78	鷺OT-1		1926	-	-	-		樋口(1964)
79	富津観測井	4	2037	-	-	816	44	鈴木・小村(1999)
80	大佐和GS-1	10.8	2541	-	2000	279	-	石和田・三梨(1965)
81	市原観測井	92	1942	-	-	1556		鈴木・小村(1999)
82	銚子中観測井	1.7	528	142.3	-	73.9	?	*KiK-net Web
83	柏温泉井		1300	1283	-	1283	285	(株)特殊プラント工業 (私信)
84	豊住R-1	5	875	849	-	-		駒沢・長谷川(1988)
85	相模原温泉井	104	1396	1351	-	141	-61	小沢ほか(1999)
86	厚木観測井	13	1824	-	-	171	127	鈴木・小村(1999)
87	横浜観測井	62	1983	-	-	938	-42	鈴木・小村(1999)
88	川崎GS試験	2.5	1013	-	-	698	28	福田ほか(1976)
89	磯子R-4	3	1407	-	-	1051	?	菊池(1964)
90	藤沢温泉井	9	1194	-	-	-	-	小沢ほか(1999)
91	逗子温泉井	32	1568	-	1268	-	-	小沢ほか(1999)
92	川崎観測井	4.7	609	-	-	-	103.3	田中ほか(1978)

深度は全て海水面を0mとした値で示す（ただし、標高が不明の場合は掘削深度のみ）

*KiK-net Web: <http://www.kik.bosai.go.jp/kik/>

これら一連の調査によって、関東平野中央部には基盤深度が 3,000m を超えるような地域が存在し、その上を厚い新第三系が覆っていることが明らかになった。1970～1980 年代に入ると、首都圏地域の地震観測能力向上のため、都市化が著しい領域を囲むように岩

槻・下総・府中・江東の深層地震観測井が設置された（例えば、高橋ほか、1983）。これらの観測井は厚い堆積層を貫通して先新第三系の基盤まで掘削しており、それによって首都圏における微小地震の震源決定能力が大幅に向上するとともに、地下深部の地層の物性が明らかにされた。また、この時期には高度経済成長に伴い顕在化した地盤沈下や地質汚染の監視を目的とした地下水観測井が、主に東京湾岸の沖積低地で多数設置されている（例えば、楡井ほか、1972）。1995年の兵庫県南部地震を契機として、首都圏で地震観測能力を一層高める必要性が認識され、関東平野全域にわたって 1,000-2,000m 級の中深層地震観測井が多数設置されるようになった（鈴木・小村、1999）。近年は、ボーリング技術の向上および掘削単価の低下にともない、関東平野でホテル業者や地方公共団体による温泉ボーリング掘削が多数行われるようになった。こうした温泉ボーリングによって得られた地質データを用いて、微化石分析等の層序学的研究も行われている（小沢ほか、1999）。

これらボーリング地点の多くでは、カッティングスやコア鑑定による岩相柱状図、および比抵抗や自然電位といった坑内検層記録などのデータが得られている。さらに、防災科学技術研究所（防災科研）で掘削された 16カ所の地震観測井については、石灰質ナノ化石や有孔虫、花粉化石といった詳細な微化石データが報告されている（例えば、鈴木・堀内、2002；林ほか、投稿中 a）。本研究では、特に微化石のデータを用いて、ボーリング地質の層序区分を行った。微化石データの無い坑井については、主に比抵抗検層のパターンと岩相柱状図を用いることによって、微化石データが詳細に得られている坑井と対比した。一部の坑井についてはコア試料を入手し、微化石データを再検討した。解析を行った全ボーリング地点を図 9 および表 3 に示す。

ii) 関東平野の地下に分布する新第三系の標準層序

鈴木(2002)は関東平野のボーリングにおける新第三系層序を整理するにあたり、中新統の三浦層群相当層、鮮新～下部更新統の上総層群、および最上部更新統の下総層群の 3つの層序ユニットに区分した。しかし近年、珪藻化石層序をはじめとした微化石年代層序の高精度化によって、関東地方の地表に分布する中新統は、中期中新世最初期の庭谷不整合（約 15.3Ma）によって大きく 2 分され、また、この不整合の上下で地層の堆積様式や変形が大きく異なることが明らかになった（前節）。すなわち、不整合の下位の地層（“N.8 層”）は上位の地層（“post N.8 層”）に比べて堆積速度が大きく（数 m/ k.y.）、また断層や褶曲が著しく発達している。こうした差異は、それぞれの地層が堆積した堆積盆のテクトニックセッティングの違いを反映している可能性が高い。このような観点から、ボーリングにおけるそれぞれの地層の分布を把握し、堆積盆の成因を考察する必要がある。

本研究ではこの最新の層序学的知見に従い、坑井の地質を上位より、下総層群相当層（0.4Ma より新しい地層）、上総層群相当層（2.5-0.4Ma）、“post N.8 層”（15.3-2.5Ma）、“N.8 層”（15.3Ma より古い中新統）の 4 層に区分した。

それぞれの層序ユニットの境界は広域不整合である。下総層群と上総層群の境界は長沼不整合と呼ばれるが（三梨、1968）、これについては不整合ではなく局所的な削り込みであるとする異論もある（徳橋・遠藤、1983）。上総層群の基底は黒滝不整合と呼ばれ（小池、1951）、房総半島南部では顕著な傾斜不整合として東西に追跡されている。“post N.8 層”の基底は前述の庭谷不整合である。

表 4 府中観測井（図 9 の 49）の浮遊性有孔虫産出表

	C01	C02	C03	C04	C05
Depth (m)	509.75	707.15	905.45	1002.05	1307.55
<i>Berggrenina</i> sp.		1			
<i>Globigerina bulloides</i> d'Orbigny (dextral)	15	6	6	4	13
(sinistral)	43	9	9	3	14
<i>Globigerina decoraperta</i> Takayanagi and Saito				1	2
<i>Globigerina falconensis</i> Blow	12	17	3	3	17
<i>Globigerina umbilicata</i> Orr and Zaitzeff	1				
<i>Globigerina</i> sp.	4	3			
<i>Globigerinita glutinata</i> (Egger)	24	41	11	7	42
<i>Globigerinita iota</i> Parker	1				
<i>Globigerinoides bulloideus</i> Crescenti		1	1		
<i>Globigerinoides obliquus</i> Bolli		1		1	4
<i>Globigerinoides ruber</i> (d'Orbigny)	5	6		4	4
<i>Globigerinoides succulifer</i> (Brady)	3	1	2	1	2
<i>Globigerinoides tenellus</i> Parker	2				
<i>Globobulimina venezuelana</i> (Hedberg)	1				
<i>Globobulimina cf. crassaformis</i> (Galloway and Wissler) (dextral)					1
(sinistral)					
<i>Globobulimina inflata</i> d'Orbigny modern form (dextral)					
(sinistral)	8	13	5	1	
<i>Globobulimina inflata</i> d'Orbigny transitional form (dextral)					
(sinistral)	4	8	2		
<i>Globobulimina inflata</i> d'Orbigny high-arched aperture (dextral)					
(sinistral)	1	8			
<i>Globobulimina cf. linguensis</i> Bolli (dextral)					2
(sinistral)					
<i>Globobulimina cf. miozoa</i> Finlay (dextral)					
(sinistral)					4
<i>Globobulimina puncticulata</i> (Deshayes) (dextral)					
(sinistral)			1		
<i>Globobulimina scitula</i> (Brady) (dextral)			1	1	1
(sinistral)					
<i>Globobulimina tosaensis</i> Takayanagi and Saito (dextral)			1		
(sinistral)					
<i>Globobulimina tumida</i> (Brady) (dextral)					1
(sinistral)	1	1			3
<i>Globobulimina cf. unguata</i> Bermudez (dextral)					
(sinistral)	1				
<i>Globobulimina</i> spp.					
<i>Globobulimoides</i> spp.		1	4		
<i>Neoglobobulimina asanoi</i> (Maiya, Saito and Sato) (dextral)					24
(sinistral)					3
<i>Neoglobobulimina dutertrei</i> (d'Orbigny) (dextral)			4		
(sinistral)					
<i>Neoglobobulimina humerosa</i> (Takayanagi and Saito) (dextral)				1	
(sinistral)					
<i>Neoglobobulimina kagaensis</i> (Maiya, Saito and Sato) (dextral)				2	7
(sinistral)					
<i>Neoglobobulimina pachyderma</i> (Ehrenberg) (dextral)					6
(sinistral)					2
<i>Neoglobobulimina pachyderma</i> (Ehrenberg) quadri-lobate form (dextral)	2			13	
(sinistral)				3	
<i>Neoglobobulimina pachyderma</i> (Ehrenberg) extra-umbilical form (dextral)	99	116	135	98	
(sinistral)	4	2	2	19	
<i>Neoglobobulimina praeumerosa</i> (Natori) (dextral)				4	
(sinistral)					
<i>Neoglobobulimina praeinflata</i> (Maiya, Saito and Sato) (dextral)				1	
(sinistral)					
<i>Neoglobobulimina pseudopima</i> (Blow) (dextral)	11	4	6	+	
(sinistral)					
<i>Orbulina universa</i> d'Orbigny	1				
<i>Pulleniatina obliquiloculata</i> (Parker and Jones) (dextral)		1			
(sinistral)	1	3	3		
<i>Sphaeroidinella dehiscens</i> (Parker and Jones)		1		1	
<i>Sphaeroidinellopsis seminulina</i> (Schwager)					
<i>Turbotalitella quinqueloba</i> (Natland)	7		6	3	2
Species	18	16	15	16	16
Total number of identified specimens	251	243	202	171	154
Miscellaneous	32	28	30	15	14
Total number of specimens	283	271	232	186	168
Number / g.	14.15	13.55	46.4	9.3	2.1
Preservation (poor 1 ←→ 5 good)	3	4	4	4	4

表 5 各観測井における年代指標生層準の深度林ほか（林ほか、投稿中 a）

生層準	年代(ka)	5: 林ほか	6: 伊勢湾	3: 龍井	33: 龍井	37: 日高	38: 龍井	44: 龍井	51: 工業	87: 龍井	88: 龍井	79: 龍井	75: 龍井	54: 工業	50: 龍井	47: 龍井	42: 龍井
1 LO <i>Pseudomilliana lacunosa</i>	0.41 #1				<440		<180	170?					200	80	120?	150?	
2 LO <i>Reticulofenestra asanoi</i>	0.85 #1											<210	540?	1100	600	350	110
3 FO <i>Gephyrocapsa parallela</i>	0.95 #1											350?		1300	>180	680	200
4 ZB CN13/CN14 (assemblage)	0.95 #2												1300-1350	200			
5 FO <i>Reticulofenestra asanoi</i>	1.16 #1										1010		1650		760	450	
6 LO <i>Gephyrocapsa</i> spp. (Large)	1.21 #1					500?				500	1250		1700	740	840	500	
7 LO <i>Helicosphaera sellii</i>	1.27 #1							375			1370		1800			550	
8 FO <i>Gephyrocapsa</i> spp. (Large)	1.45 #1				>560			430			1490		1900	820		650	
9 LO <i>Calcidiscus mucintyre</i>	1.59 #2							410	495	500			1950	960			
10 FO <i>Gephyrocapsa oceanica</i>	1.65 #1							930	500?		1610			1180			200
11 FO <i>Gephyrocapsa caribbeanica</i>	1.73 #1							930	805	1000			2030	1220			200
12 LO <i>Neoglobobulimina asanoi</i>	1.9 #3							1050						1060-1160			
13 LO <i>Discoaster braueri</i>	1.97 #1								900	1007							
14 FO <i>Globorotalia truncatulinoides</i>	2.0 #2							906-1102				>1251					
15 FO <i>Globorotalia inflata inflata</i>	2.4 #3							1007						1200			>252.7
16 LO <i>Discoaster surculus</i>	2.54 #1								1200?								
17 LO <i>Discoaster tamalis</i>	2.74 #1								1350	1749?	1650?	997					340
18 EA <i>Sphaeroidinella</i> spp.	3.2 #2													1106-1360			
19 FO <i>Globorotalia tosaensis</i>	3.35 #2											>1247.77					
20 LO <i>Reticulofenestra pseudumbilicus</i>	3.85 #1							1660	1575?	1900	1610?			1320			
21 FO <i>Discoaster asymmetricus</i>	4.1 #2								1755								
22 FO <i>Gephyrocapsa</i> spp. (small)	(4.3) #6													1405.8			
23 FO <i>Neoglobobulimina asanoi</i>	4.2 #3							1630									
24 LO <i>Globigerina nepenthes</i>	4.9 #3													1300-1403			
25 FO <i>Ceratolithus acutus</i>	5.34 #2								2030?								
26 LO <i>Discoaster quinqueramus</i>	5.6 #4								2250?								
27 FO <i>Globorotalia tumida</i>	5.6 #2								2200								
28 FO <i>Discoaster berggreni</i>	8.6 #4								2405								
29 LO <i>Globobulimina debiscens</i>	9.4 #3								2207-2400								
30 FO <i>Catinaster coarctatus</i>	10.71 #4								2505								
31 ZB CN5/CN6 (assemblage)	10.71 #4		1990														
32 LO <i>Cyclargolithus floridanus</i>	11.8 #5	530?			<1805	<790											
33 ZB CN5a/CN5b (assemblage)	11.8 #4				<1710		<1830										
34 LO <i>Sphenolithus heteromorphus</i>	13.6 #4	600?			1940	1500											410
35 FO <i>Globorotalia peripheracuta</i>	14.1 #4	>641.3															
36 LO <i>Prasorbulina glomerata</i>	14.8 #4																
37 ZB CN3/CN4 (assemblage)	15.6 #4																
38 LO <i>Helicosphaera ampliaperta</i>	15.6 #4																

iii) 坑井の層序区分

iii-1) 防災科研の中深層地震観測井における層序区分

防災科研でこれまで掘削された関東地方の観測井のうち、16 坑井については詳細な石灰質ナノ化石データが報告されている（鈴木・堀内、2002）。また、4 坑井については有孔虫や花粉のデータも報告されている（例えば、高橋ほか、1983）。したがって、これらの坑井では詳細な年代決定が可能であり、他のボーリングと対比する基準となり得る。

本年度はさらに、府中観測井のコア試料について追加処理を行い、浮遊性有孔虫化石を再検討した。処理は新第三系の全スポットコアサンプル（コア番号 1～10）について 10cm 程度の岩塊を分取し、高柳（1978）に基づいて硫酸ナトリウム法とナフサ法の繰り返しにより岩石を構成粒子まで分解した。分解後、115 メッシュ以上の粒子について、40 倍の双眼実体顕微鏡で浮遊性有孔虫化石の抽出と同定を行った。検討の結果（表 4）、既に報告されている浮遊性有孔虫分析結果（鈴木・高橋、1985）とほぼ同様な群集が得られ、新たな年代指標種は発見されなかった。

これらの微化石データから、標準的な微化石年代尺度（例えば、Berggren et al., 1995）に基づいて生層準を認識した（表 5）。そしてこれらの生層準をもとに堆積速度曲線を作成し、層序ユニットを区分した（図 10-13）。

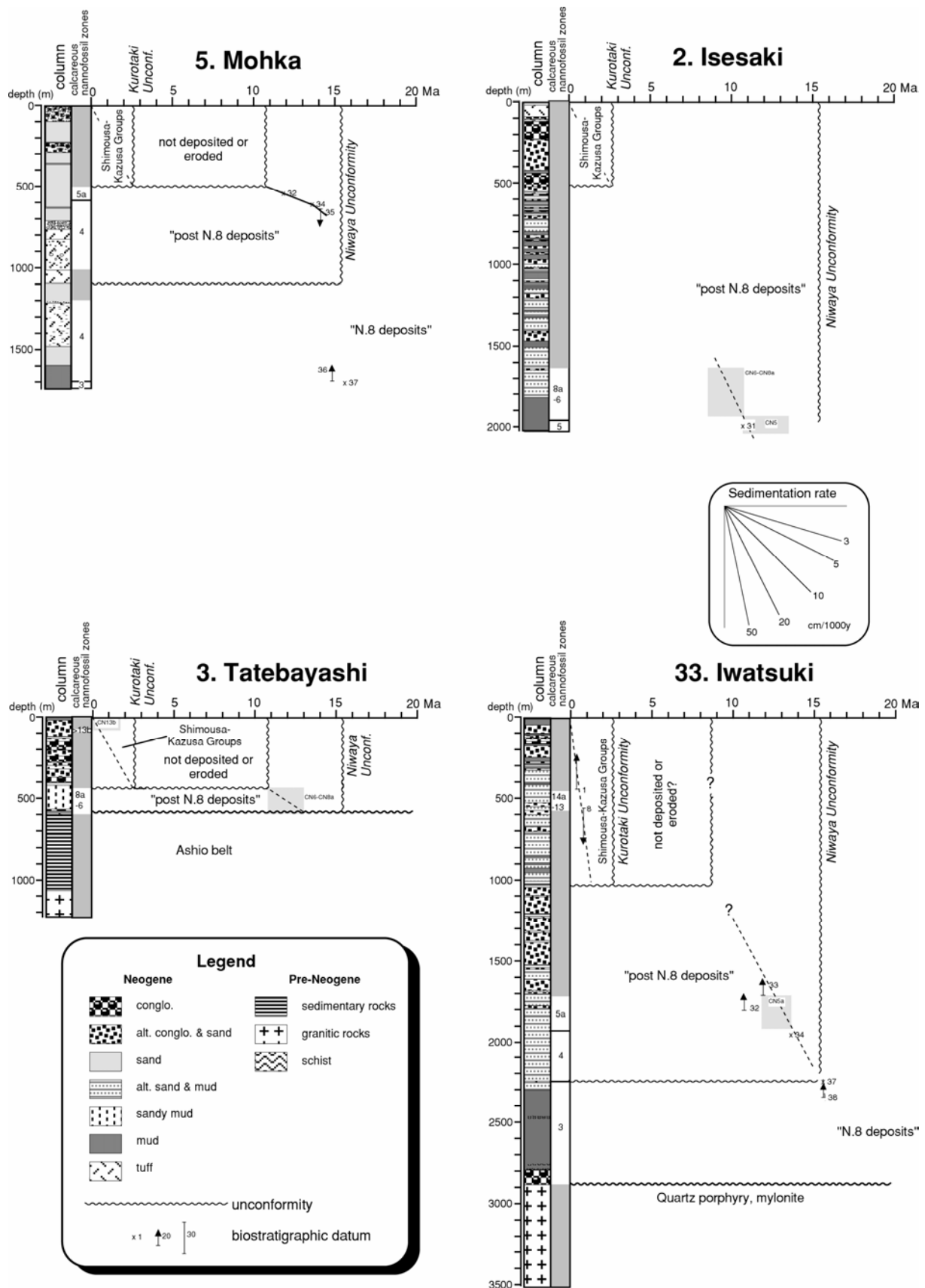
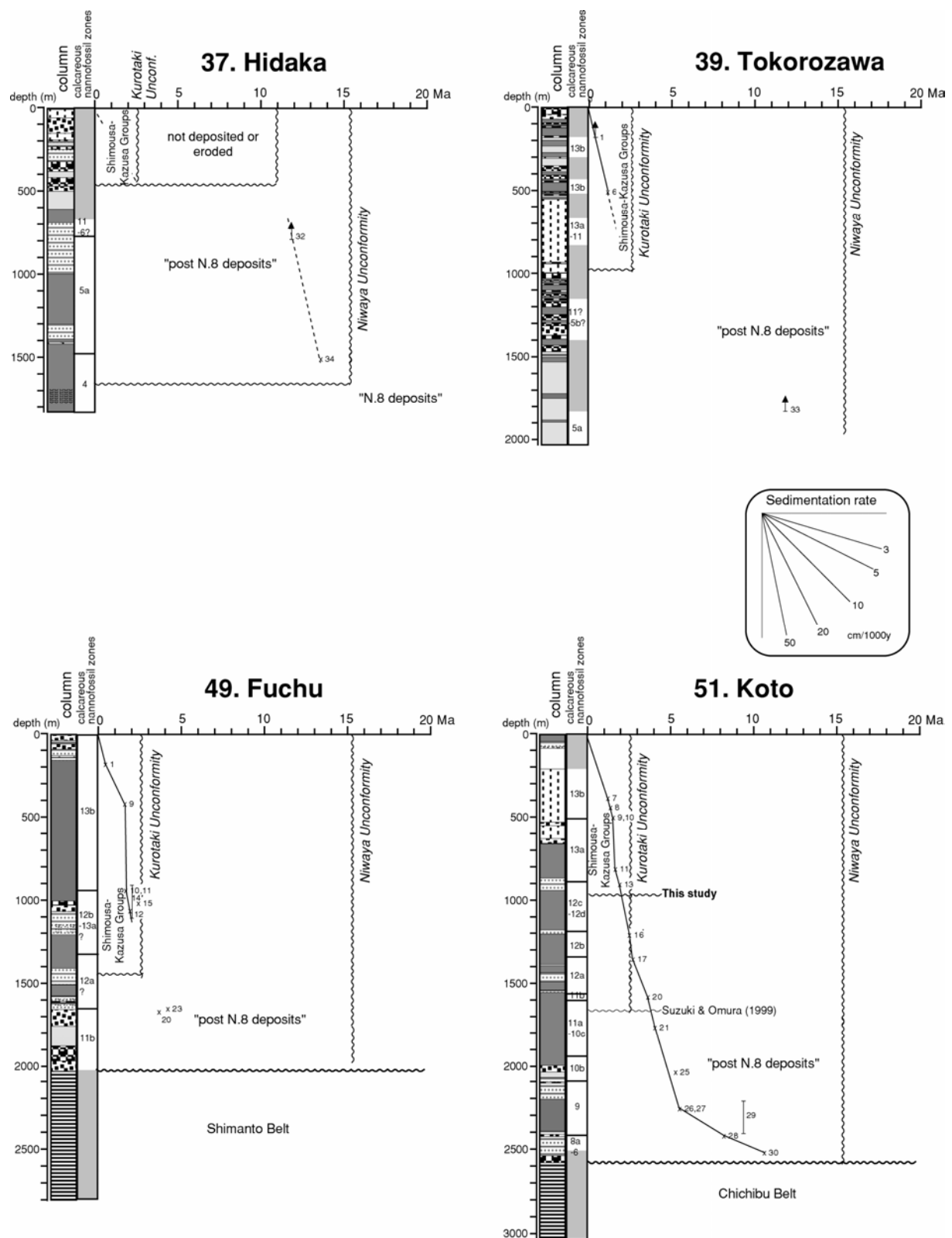


図 10 真岡・伊勢崎・館林および岩槻観測井での堆積速度曲線（林ほか，投稿中 a）



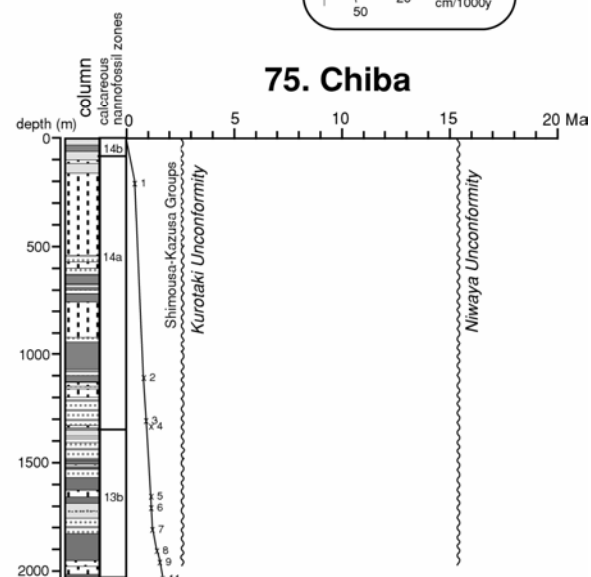
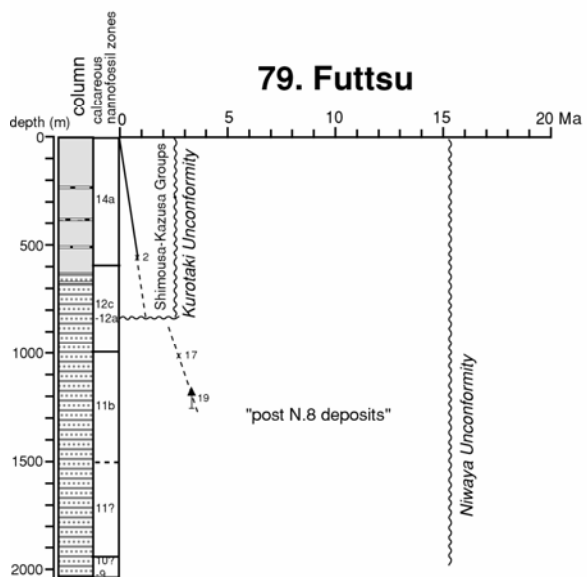
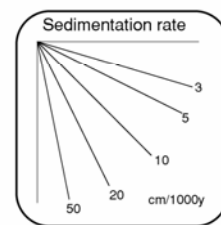
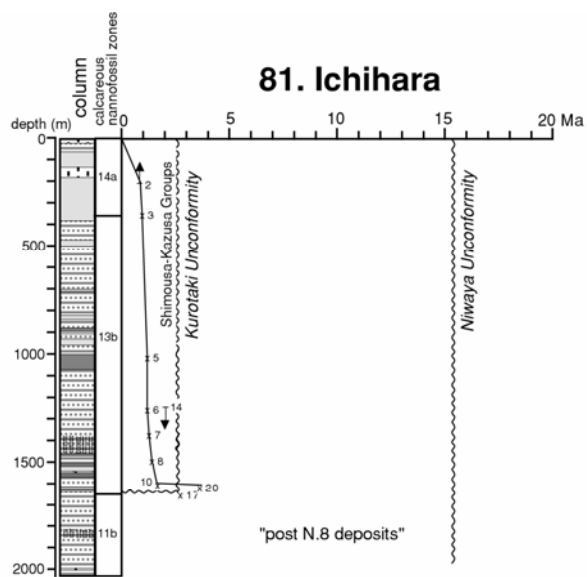
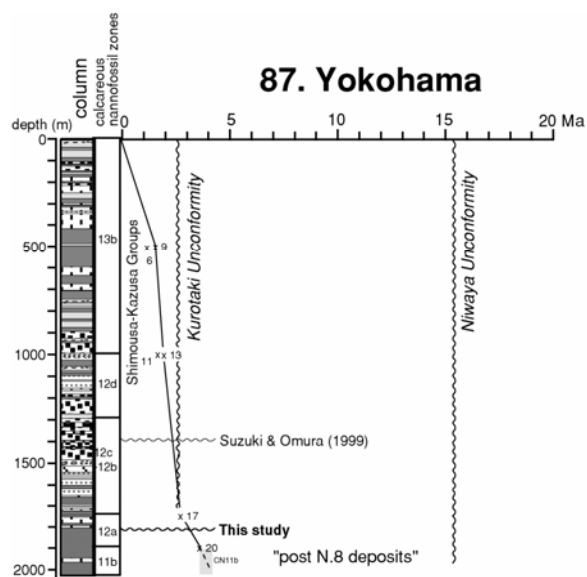


図 12 横浜・市川・富津および千葉観測井での堆積速度曲線（林ほか，投稿中 a）

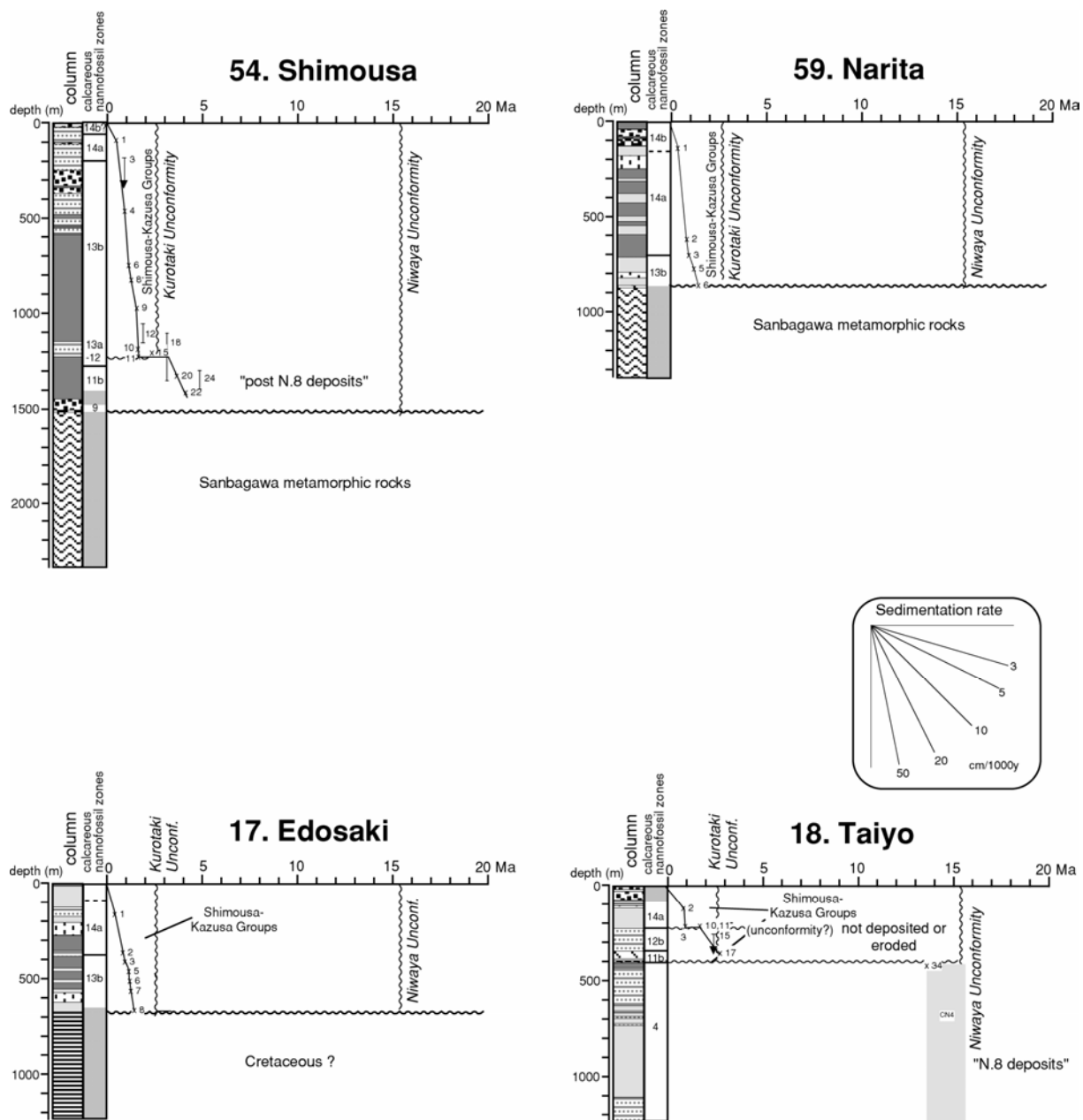


図 13 下総・成田・江戸崎および大洋観測井での堆積速度曲線（林ほか，投稿中 a）

作成された坑井の堆積速度曲線を概観すると、関東平野の広い地域にわたって“post N.8 層”、上総層群および下総層群が認められる一方で、“N.8 層”の分布は 4 つの坑井（岩槻、大洋、真岡および日高）に限定されていることがわかる。また、これら 4 つの坑井では“N.8 層”の層準で堆積速度曲線の傾きが急になり、堆積速度の増加が明らかである。すなわち、“N.8 層”の堆積はそれより上位の地層に比べて局所的かつ急激であり、こうした特徴は前節で記述した地表で認められた“N.8 層”のものと一致する。

iii-2) 今回新たに浮遊性微化石を検討した坑井の結果

防災科研の千葉県銚子中観測井、栃木県宇都宮観測井、温泉ボーリングの栃木県南河内温泉井、宇都宮市石井町温泉井、芳賀温泉井、地質調査所（現在の産業技術総合研究所地質調査総合センター）の埼玉県春日部 GS-1 層序試錐、千葉県大佐和層序試錐、茨城県つ

くば観測井については、ボーリングのカッティングスおよびコア試料を入手したうえで、今年度新たに石灰質ナノ化石および浮遊性有孔虫化石の分析を行った。また、栃木県小山市の天然ガス調査井である結城 R-5 坑井については、宇都宮大学名誉教授の阿久津純博士から珪藻スライドの提供を受け、珪藻化石の再分析を行った。

表 6 防災科研銚子中観測井（図 9 の 82）から産出した浮遊性有孔虫化石

	10m	14m	16m	20m	30m	36m	40m	50m	56m	60m	62m	66m	70m	74m
<i>Globigerina bulloides</i> d'Orbigny	7	4	34	15	15	14	12	13	7	29	3	1	1	1
<i>Globigerina decoraperta</i> Takayanagi and Saito					5	4	1		1					
<i>Globigerina falconensis</i> Blow				2	5	9	3	5	2	5		1		
<i>Globigerina</i> cf. <i>nepenthes</i> Todd													1	
<i>Globigerina umbilicata</i> Orr and Zaitzeff			1											
<i>Globigerinella siphonifera</i> (d'Orbigny)					3	1								
<i>Globigerinita glutinata</i> (Egger)	1	4	17	19	8	13	11	7	3	4				
<i>Globigerinita uvula</i> (Ehrenberg)	1					1	6							
<i>Globigerinoides bulloideus</i> Crescenti							1	1						
<i>Globigerinoides conglobatus</i> (Brady)					1			1						
<i>Globigerinoides extremus</i> Bolli						2	1	1	1					
<i>Globigerinoides obliquus</i> Bolli			1		2	8	2	2		1	1			
<i>Globigerinoides ruber</i> (d'Orbigny)	6	2	4	2	18	7	6	6	1	4				
<i>Globigerinoides succullifer</i> (Brady)	2	1	1		8	3	4	2	2	2				
<i>Globobulimina altispira altispira</i> (Cushman and Davis)								1						
<i>Globorotalia conomiozea</i> Kennett										3	2			
<i>Globorotalia crassaformis</i> (Galloway and Wissler) (sinistral)	2			1	6	7	10	4		3				
<i>Globorotalia cultrata</i> (d'Orbigny)										1	1			
<i>Globorotalia</i> cf. <i>ikebei</i> Maiya, Saito and Sato (4-chambered form)					1									
<i>Globorotalia inflata</i> (d'Orbigny) modern form	5													
<i>Globorotalia inflata</i> (d'Orbigny) transitional form	3		1	2		4		4						
<i>Globorotalia menardii</i> (Parker, Jones and Brady)		1			1	1		1						
<i>Globorotalia praeinflata</i> Maiya, Saito and Sato		5				4								
<i>Globorotalia puncticulata</i> (Deshayes)	21		3	5	27	21	8	30	10	3	1			
<i>Globorotalia scitula</i> (Brady)													1	
<i>Globorotalia sphericomiozea</i> Walters										3	1			
<i>Globorotalia tosaensis</i> Takayanagi and Saito	1		1	2	2	2		1						
<i>Globorotalia tumida</i> (Brady)	3	1			3			3	1		1			
<i>Globorotalia unguata</i> Bermudez						1	1							
<i>Globorotalia</i> spp.	1													
<i>Globorotaloides</i> cf. <i>hexagona</i> (Natland)					1		1			1				
<i>Neoglobobulimina acostaensis</i> (Blow) (dextral)														
<i>Neoglobobulimina asanoi</i> (Maiya, Saito and Sato)	12		21	2										
<i>Neoglobobulimina</i> cf. <i>asanoi</i> (Maiya, Saito and Sato)			1		8	3	12							
<i>Neoglobobulimina conglomerata</i> (Schwager)									4	2				
<i>Neoglobobulimina himienseis</i> (Maiya, Saito and Sato)	2				6									
<i>Neoglobobulimina humerosa</i> (Takayanagi and Saito)	1			5	2		2	1		1				
<i>Neoglobobulimina incompta</i> (Cifelli)				12	2		9	11	3	15				
<i>Neoglobobulimina kagaensis</i> (Maiya, Saito and Sato)	2	3	11	5		7								
<i>Neoglobobulimina pachyderma</i> (Ehrenberg) (dextral)	14	10	4	31	5	4	22	18	5	28	3	2		
<i>Neoglobobulimina pachyderma</i> (Ehrenberg) (sinistral)			5	4							1			
<i>Neoglobobulimina praeumerosa</i> (Natori)		3				5	1							
<i>Neoglobobulimina pseudopima</i> (Blow)				3	2	1	3	1		11	3			
<i>Orbulina suturalis</i> Broennimann														
<i>Orbulina universa</i> d'Orbigny	1			2	1		1	1	4	8				
<i>Sphaeroidinella dehiscentis</i> (Parker and Jones)	1			2		2		2	1	2				
<i>Sphaeroidinellopsis subdehiscentis</i> (Blow)										1				
<i>Turborotalita quinqueloba</i> (Natland)							1							
Species	18	11	13	16	24	24	22	22	14	20	9	3	3	1
Total number of identified specimens	86	34	105	114	132	124	117	116	45	128	16	4	3	1
Preservation (poor 1←→5 good)	3	2	3	4	5	4	4	4	2	4	3	3	3	3

石灰質ナノ化石の分析は、カッティングス試料のスミアスライドを位相差装置付き生物顕微鏡で検鏡することによって行った。浮遊性有孔虫化石の分析は、カッティングス試料をそのまま 115 メッシュのステンレスメッシュで水洗し、40 倍の双眼実体顕微鏡で検鏡することによって行った。珪藻化石の分析では、珪藻個体が 100 蓋殻となることを目安に、

生物顕微鏡によって観察した。得られた微化石データを表 6～18 に示す。これらの微化石データは、先述の防災科研の坑井データに比べると検討試料数・産出個体数ともに十分ではないが、岩相柱状図等を用いて総合的に防災科研の坑井と比較することにより対比可能である。層序区分の結果を同様に表 3 に示した。

表 7 防災科研銚子中観測井(図 9 の 82)から産出した石灰質ナノ化石

Species	Range Age/CN Zone	Sample No. 1	Sample No. 2	Sample No. 3	Sample No. 4	Sample No. 5	Sample No. 6	Sample No. 7	Sample No. 8	Sample No. 9	Sample No. 10
		10m	20m	30m	50m	60m	62m	66m	70m	74m	76m
<i>Calcidiscus leptoporus</i> (Murray and Blackman) Loeblich and Tappan	long range $\approx$ Neogene	1	2	1	2	1	2	2	8	4	—
<i>Calcidiscus macintyre</i> (Bukry and Bramlette) Loeblich and Tappan	E.M.-E.Ple.(CN3-13a)	1	1	2	—	1	1	1	4	2	—
<i>Calcidiscus cf. macintyre</i> (Bukry and Bramlette) Loeblich and Tappan	E.M.-E.Ple.(CN3-13a)	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
<i>Coccolithus miopelagicus</i> Bukry	M.M.-L.M.(CN47-6)	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller [11-11.9 μ]	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller [10-10.9 μ]	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller [9-9.9 μ]	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	—	1	1	—	—	1	—	—	—	—
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller [8-8.9 μ]	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller [7-7.9 μ]	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	—	1	—	—	—	1	1	—	—	—
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller [6-6.9 μ]	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller [frag.]	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cyclicargolithus floridanus</i> (Roth and Hay) Bukry	L.Eo.-M.M.(CP15b-CN5a)	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
<i>Dictyococites antarcticus</i> Haq	long range $\approx$ Neogene	1	—	1	—	2	1	—	—	—	—
<i>Dictyococites perplexus</i> Burns	long range $\approx$ Neogene	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—
<i>Dictyococites aff. perplexus</i> Burns	long range $\approx$ Neogene	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Dictyococites productus</i> (Kamptner) Backman [round]	long range $\approx$ Neogene	8	7	16	4	13	25	35	8	6	5
<i>Dictyococites</i> sp.-B [small:2~4 μ]	long range $\approx$ Neogene	29	4	7	—	25	13	9	4	1	—
<i>Dictyococites</i> sp.-C [v.small:1.5~2 μ]	long range $\approx$ Neogene	2	5	—	—	3	1	2	—	—	—
<i>Dictyococites</i> spp.	long range	3	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Discoaster cf. asymmetricus</i> Gartner	E.Pli.-L.Pli.(CN10c-14c)	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Discoaster brouweri</i> Tan Sin Hok	L.M.-L.Pli.(CN6-12; LO:2.00Ma)	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Discoaster deflandrei</i> Bramlette and Riedel	Olig.-M.M.(CP9b-CN5)	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Discoaster cf. deflandrei</i> Bramlette and Riedel	Olig.-M.M.(CP9b-CN5)	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Discoaster surculus</i> Martini and Bramlette	L.M.-L.Pli.(CN9b~12b)	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Discoaster aff. surculus</i> Martini and Bramlette	L.M.-L.Pli.(CN9b~12b)	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Discoaster variabilis</i> Martini and Bramlette	E.M.-L.Pli.(CN3-12a)	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Discoaster</i> spp.	Neogene form	—	1	1	—	—	1	—	—	2	—
<i>Discolithina japonica</i> (Takayama) Nishida	long range $\approx$ Neogene	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Discolithina</i> spp.	long range $\approx$ Neogene	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Gephyrocapsa aperta</i> Kamptner	L.Pli. $\rightarrow$ Recent(CN11b $\rightarrow$)	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Gephyrocapsa</i> spp. [small:<2.5 μ]	L.Pli. $\rightarrow$ (CN11b $\rightarrow$; FAD: 4.2Ma)	3	2	—	—	8	4	2	9	1	—
<i>Helicosphaera carteri</i> (Wallich) Kamptner	long range $\approx$ Neogene	—	1	—	—	1	1	1	2	—	—
<i>Helicosphaera hyalina</i> Gaarder	long range $\approx$ Neogene	—	—	—	—	—	1	1	—	1	—
<i>Helicosphaera sellii</i> Bukry and Bramlette	L.M.-E.Ple.(CN8b~13b)	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Helicosphaera</i> spp.	long range $\approx$ Neogene	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pseudoemiliania lacunosa</i> (Kamptner) Gartner	E.Pli.-L.Ple.(CN11b~14a)	3	13	—	4	6	1	5	3	3	—
<i>Pseudoemiliania aff. lacunosa</i> (Kamptner) Gartner	E.Pli.-L.Ple.(CN11b~14a)	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
<i>Reticulofenestra asanoi</i> Sato and Takayama [small<5.9 μ]	long range	1	—	—	—	—	3	—	—	—	—
<i>Reticulofenestra doronicoides</i> (Black and Barnes) Pujos [round]	L.Mio.?~	21	46	30	63	18	15	21	35	56	7
<i>Reticulofenestra doronicoides</i> (Black and Barnes) Pujos	long range $\approx$ Neogene	9	5	11	15	8	3	11	4	5	11
<i>Reticulofenestra gelida</i> (Geitzenauer) Backman [6-9 μ]	E.M.-E.Pli.(CN3~11b)	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—
<i>Reticulofenestra minuta</i> Roth	long range	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Reticulofenestra cf. minuta</i> Roth	long range	—	—	1	—	7	4	4	5	—	—
<i>Reticulofenestra minutula</i> (Gartner) Haq and Berggren	long range	13	2	19	10	7	25	10	17	7	—
<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i> (Gartner) Gartner [10-12 μ]	E.M.-E.Pli.(CN3~11b)	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—
<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i> (Gartner) Gartner [6-9 μ]	E.M.-E.Pli.(CN3~11b)	—	—	—	—	—	—	1	—	4	—
<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i> (Gart.)Gartner [small:<5 μ]	long range $\approx$ Neogene	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Reticulofenestra</i> spp.	Neogene form	5	5	6	—	—	—	2	—	—	2
<i>Sphenolithus abies</i> Deflandre	L.M.-E.Pli.(CN9~CN11b?)	—	—	—	—	—	—	1	1	2	—
<i>Syracosphaera pulchra</i> Lohmann	long range	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—
<i>Umbilicosphaera rotula</i> (Kamptner)Varol	E.M.-E.Pli.(CN1c-CN12a)	—	1	—	—	—	1	—	—	1	—
<i>Umbilicosphaera</i> spp.	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
石灰質ナノ化石総数		115	107	101	99	105	109	111	105	102	26
Abundance	A:abundant, C:common, F:few, R:rare, VR:very rare, VVR:very very rare, Nobarren	R	F	VR	F	C	C	C	F	R	VVR
Preservation	G:good, M:moderate, P:poor, VP:very poor	VP	VP	VP	VP	P	P	VP	P	VP	VP

E.Pli.:Early Pliocene, L.Pli.:Late Pliocene,
E.M.:Early Miocene, M.M.:Middle Miocene, L.M.:Late Miocene,
Pal.:Paleocene, Eo.:Eocene, Oli.:Oligocene,

iii-3) 浮遊性微化石データの無い坑井との対比

上述以外の多くの坑井では浮遊性微化石が検討されていないが、房総半島の天然ガス井などでは底生有孔虫化石が報告されており（例えば、菊池、1963）、坑井間の対比に有効である。また、比抵抗検層のパターンと岩相柱状図を用いることによって坑井間の対比が可能である（例えば、鈴木、1996 には比抵抗検層に基づく主要坑井の対比図が示されている）。これらのデータを総合的に用いることにより、微化石が豊富に得られている防災科研の坑井と対比し、層序区分を行うことが可能である。層序区分の結果を表 3 に示した。

表 8 防災科研宇都宮観測井から産出した石灰質ナノ化石

Species	Range Age/CN Zone	Sample No. 1	Sample No. 2	Sample No. 3	Sample No. 4	Sample No. 5	Sample No. 6
		110m	115m	120m	126m	130m	136m
<i>Calcidiscus leptoporus</i> (Murray and Blackman) Loeblich and Tappan	long range $\approx$ Neogene	-	1	-	-	-	1
<i>Calcidiscus macintyre</i> (Bukry and Bramlette) Loeblich and Tappan	E.M.-E.Pli.(CN3-13a)	-	-	-	1	-	-
<i>Coccolithus miopelagicus</i> Bukry	M.M.-L.M.(CN4?~6)	-	-	-	1	-	1
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller [12-13 μ]	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	-	-	-	-	-	1
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller [11-11.9 μ]	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	-	-	2	-	-	2
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller [10-10.9 μ]	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	-	-	1	1	-	-
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller [8-8.9 μ]	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	1	1	1	1	3	2
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller [7-7.9 μ]	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	5	2	-	-	3	2
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller [6-6.9 μ]	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	2	-	1	1	2	1
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller [5-5.9 μ]	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	-	-	-	-	-	1
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller [frag.]	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	4	-	-	-	-	1
<i>Coccolithus streckerii</i> Takayama and Sato	long range $\approx$ Neogene	-	-	-	2	-	2
<i>Coronocyclus nitescens</i> (Kamptner) Bramlette and Wilcoxon	Pal.-M.M.(CP-CN5a)	-	-	-	1	-	-
<i>Cyclicargolithus abisectus</i> (Muller)Wise	(Palaeogene $\sim$ CN1)	-	-	-	1	1	-
<i>Cyclicargolithus floridanus</i> (Roth and Hay) Bukry	L.Eo.-M.M.(CP15b-CN5a)	4	3	-	3	7	5
<i>Dictyococcites</i> cf. <i>antarcticus</i> Haq	long range $\approx$ Neogene	-	-	-	1	-	-
<i>Dictyococcites perplexus</i> Burns	long range $\approx$ Neogene	14	11	4	2	1	2
<i>Dictyococcites productus</i> (Kamptner) Backman [round]	long range $\approx$ Neogene	-	7	12	-	4	1
<i>Dictyococcites</i> sp.-B [small:2~4 μ]	long range $\approx$ Neogene	-	4	3	1	1	1
<i>Dictyococcites</i> sp.-C [v.small:1.5~2 μ]	long range $\approx$ Neogene	-	-	-	-	-	1
<i>Dictyococcites</i> spp.	long range	3	-	-	-	-	-
<i>Discoaster adamanteus</i> Bramlette and Wilcoxon	long range	-	1	-	1	-	-
<i>Discoaster deflandrei</i> Bramlette and Riedel	Olig.-M.M.(CP9b-CN5)	1	1	-	-	-	-
<i>Discoaster</i> cf. <i>exilis</i> Martini and Bramlette	E.M.-M.M.(CM3-6)	-	-	-	-	1	1
<i>Discoaster musicus</i> Stradner	M.M.(CN4-5)	-	-	-	1	1	1
<i>Discoaster variabilis</i> Martini and Bramlette	E.M.-L.Pli.(CN3-12a)	-	2	-	-	-	-
<i>Discolithina multipora</i> (Kamptner and Deflandre) Martini	long range	-	1	-	1	-	-
<i>Helicosphaera carteri</i> (Wallich) Kamptner	long range $\approx$ Neogene	-	4	-	1	1	1
<i>Helicosphaera</i> spp.	-	-	1	-	1	-	-
<i>Reticulofenestra ampla</i> Sato, Kameo and Takayama	M.? M.-Pli.(MidMio.?~12a)	-	-	-	1	1	1
<i>Reticulofenestra davisii</i> (Haq) Haq	long range	-	2	3	11	-	15
<i>Reticulofenestra</i> cf. <i>fdavisii</i> (Haq) Haq	long range	20	-	-	-	-	-
<i>Reticulofenestra gelida</i> (Geitzenauer) Backman [6-9 μ]	E.M.-E.Pli.(CN3~11b)	8	6	5	5	3	3
<i>Reticulofenestra haqii</i> Backman	long range	2	3	1	-	-	2
<i>Reticulofenestra minuta</i> Roth	long range	-	1	2	5	2	1
<i>Reticulofenestra minutula</i> (Gartner) Haq and Berggren	long range	-	4	2	10	4	3
<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i> (Gartner) Gartner [6-9 μ]	E.M.-E.Pli.(CN3~11b)	17	9	18	3	4	4
<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i> (Gart.)Gartner [small<5 μ]	long range $\approx$ Neogene	1	1	-	2	3	2
<i>Reticulofenestra scissura</i> Hay et al.	Eo.-E.M.(Eo.-CN1)	14	31	43	39	57	47
<i>Reticulofenestra</i> spp.	Neogene form	5	3	5	3	3	1
<i>Sphenolithus abies</i> Deflandre	L.M.-E.Pli.(CN9~CN11b?)	-	-	-	-	1	-
<i>Sphenolithus</i> cf. <i>heteromorphus</i> Deflandre	E.M.-M.M.(CN3-CN4)	1	1	-	3	2	1
<i>Sphenolithus moriformis</i> (Bron. and Strad.)Bramlette and Wilcoxon	Pal.-L.M.(CP10-CN8b)	-	-	-	1	1	-
<i>Sphenolithus</i> spp.	Neogene form	-	-	-	-	1	-
<i>Umbilicosphaera rotula</i> (Kamptner)Varol	E.M.-E.Pli.(CN1c-CN12a)	-	1	-	-	-	1
石灰質ナノ化石総数		102	101	103	104	107	108
<i>Florisphaera profunda</i> Okada & Honjo							
<i>Florisphaera profunda elongata</i> Okada & McIntyre							
Coccosphere							
Abundance A:abundant, C:common, F:few, R:rare, VR:very rare, VVR:very very rare, N:barren		R	F	F	C	F	F
Preservation G:good, M:moderate, P:poor, VP:very poor		P	VP	VP	M	VP	VP

E.Pli.:Early Pliocene, L.Pli.:Late Pliocene,

E.M.:Early Miocene, M.M.:Middle Miocene, L.M.:Late Miocene,

Pal.:Paleocene, Eo.:Eocene, Oli.:Oligocene,

表 9 栃木県南河内温泉井（図 9 の 6）から産出した浮遊性有孔虫化石

	1425-1500
<i>Globigerina angustiumbilitata</i> Bolli	11
<i>Globigerina praebuloides</i> Blow	66
<i>Globigerina umbilicata</i> Orr and Zaitzeff	2
<i>Globigerina woodi</i> Jenkins	9
<i>Globigerinita glutinata</i> (Egger)	20
<i>Globigerinoides bisphericus</i> Todd	2
<i>Globigerinoides immaturus</i> LeRoy	3
<i>Globoquadrina dehiscens</i> (Chapman, Parr and Collins)	1
<i>Globorotalia praescitula</i> Blow	1
<i>Globorotalia quinifalcata</i> Saito and Maiya	3
<i>Globorotalia</i> spp.	1
<i>Neogloboquadrina mayeri</i> (Cushman and Ellisor)(dextral)	0
(sinistral)	3
種数	12
鑑定合計	122
鑑定不能個体	46
総個体数	168
見かけの保存度(5段階:不良1←→5良好)	2

表 10 栃木県南河内温泉井（図 9 の 6）から産出した石灰質ナノ化石

Species	Range Age/CN Zone	Sample No. 1	Sample No. 2
		491.7 - 507.2m	1325.0 - 1425.0m
<i>Calcidiscus leptoporus</i> (Murray and Blackman) Loeblich and Tappan	long range $\approx$ Neogene	1	-
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller [8-8.9 μ]	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	3	-
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller [7-7.9 μ]	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	7	-
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller [6-6.9 μ]	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	8	-
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller [5-5.9 μ]	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	1	-
<i>Dictyococcites perplexus</i> Burns	long range $\approx$ Neogene	11	-
<i>Dictyococcites productus</i> (Kamptner) Backman	long range $\approx$ Neogene	12	-
<i>Dictyococcites</i> sp.-B [small:2~4 μ]	long range $\approx$ Neogene	3	-
<i>Discoaster</i> spp.	Neogene form	1	-
<i>Helicosphaera carteri</i> (Wallich) Kamptner	long range $\approx$ Neogene	2	-
<i>Reticulofenestra daviesii</i> (Haq) Haq	long range	3	-
<i>Reticulofenestra gelida</i> (Geitzenauer) Backman [6-9 μ]	E.M.-E.Pli.(CN3~11b)	2	-
<i>Reticulofenestra haqii</i> Backman	long range	1	-
<i>Reticulofenestra minutula</i> (Gartner) Haq and Berggren	long range	1	-
<i>Reticulofenestra pseudoumbilica</i> (Gartner) Gartner [6-9 μ]	E.M.-E.Pli.(CN3~11b)	43	-
<i>Reticulofenestra pseudoumbilica</i> (Gart.) Gartner [small:<5 μ]	long range $\approx$ Neogene	6	-
石灰質ナノ化石総数		105	0
<i>Florisphaera profunda</i> Okada & Honjo			
<i>Florisphaera profunda elongata</i> Okada & McIntyre			
Coccosphere			
Abundance A:abundant, C:common, F:few, R:rare, VR:very rare, VVR:very very rare, No:barren		R	NO
Preservation G:good, M:moderate, P:poor, VP:very poor		VVP	

E. Pli.:Early Pliocene, L. Pli.:Late Pliocene,

E. M.:Early Miocene, M. M.:Middle Miocene, L. M.:Late Miocene,

Pal.:Paleocene, Eo.:Eocene, Oli.:Oligocene,

表 11 宇都宮市石井町温泉井から産出した浮遊性有孔虫化石

	234-291
<i>Globigerina praebulloides</i> Blow	6
<i>Globigerina woodi</i> Jenkins	2
<i>Globigerinita glutinata</i> (Egger)	2
<i>Globorotalia miozea</i> Finlay	1
<i>Globorotalia praescitula</i> Blow	1
<i>Globorotalia quinifalcata</i> Saito and Maiya	3
<i>Tenuitella clemenciae</i> (Bermudez)	1
種数	7
鑑定合計	16
鑑定不能個体	15
総個体数	31
見かけの保存度(5段階:不良1←→5良好)	2

表 12 宇都宮市石井町温泉井から産出した石灰質ナノ化石

Species	Range Age/CN Zone	Sample No.	
		234-291m	708-735m
<i>Calcidiscus macintyre</i> (Bukry and Bramlette) Loeblich and Tappan	E.M.-E.Ple.(CN3-13a)	-	1
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller [10-10.9 μ]	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	3	-
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller [9-9.9 μ]	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	2	-
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller [8-8.9 μ]	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	4	2
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller [7-7.9 μ]	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	3	2
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller [6-6.9 μ]	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	3	5
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller [5-5.9 μ]	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	3	-
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller [frag.]	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	-	7
<i>Coccolithus streckerii</i> Takayama and Sato	long range $\approx$ Neogene	1	-
<i>Cyclicargolithus floridanus</i> (Roth and Hay) Bukry	L.Eo.-M.M.(CP15b-CN5a)	1	-
<i>Dictyococcites perplexus</i> Burns	long range $\approx$ Neogene	7	13
<i>Dictyococcites productus</i> (Kamptner) Backman [Round]	long range $\approx$ Neogene	22	8
<i>Dictyococcites</i> sp.-B [small:2~4 μ]	long range $\approx$ Neogene	6	-
<i>Dictyococcites</i> sp.-C [v.small:1.5~2 μ]	long range $\approx$ Neogene	3	5
<i>Discolithina multipora</i> (Kamptner and Deflandre) Martini	long range	2	-
<i>Discolithina</i> spp.	-	1	-
<i>Helicosphaera carteri</i> (Wallich) Kamptner	long range $\approx$ Neogene	1	1
<i>Reticulofenestra daviesii</i> (Haq) Haq	long range	5	6
<i>Reticulofenestra gelida</i> (Geitzenauer) Backman [6-9 μ]	E.M.-E.Pli.(CN3~11b)	3	5
<i>Reticulofenestra haqii</i> Backman	long range	1	1
<i>Reticulofenestra minuta</i> Roth	long range	6	3
<i>Reticulofenestra minutula</i> (Gartner) Haq and Berggren	long range	3	1
<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i> (Gartner) Gartner [6-9 μ]	E.M.-E.Pli.(CN3~11b)	15	35
<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i> (Gart.) Gartner [small:<5 μ]	long range $\approx$ Neogene	1	-
<i>Reticulofenestra</i> spp.	Neogene form	-	4
<i>Sphenolithus compactus</i> Backman	E.M.-L.M.(CN1-8)	1	-
<i>Sphenolithus heteromorphus</i> Deflandre	E.M.-M.M.(CN3-CN4)	2	-
<i>Sphenolithus</i> spp.	Neogene form	1	2
石灰質ナノ化石総数		100	101
Abundance A:abundant, C:common, F:few, R:rare, VR:very rare, VVR:very very rare, No:barren		C	VVR
Preservation G:good, M:moderate, P:poor, VP:very poor		P	VP

E.Pli.:Early Pliocene, L.Pli.:Late Pliocene,

E.M.:Early Miocene, M.M.:Middle Miocene, L.M.:Late Miocene,

Pal.:Paleocene, Eo.:Eocene, Oli.:Oligocene,

表 13 栃木県芳賀温泉井から産出した石灰質ナノ化石

Species	Range Age/CN Zone	Sample No. 1	Sample No. 2	Sample No. 3	Sample No. 4
		1000m	1200m	1400m	
<i>Calcidiscus leptoporus</i> (Murray and Blackman) Loeblich and Tappan	long range $\approx$ Neogene	–	–	–	1
<i>Coccolithus miopelagicus</i> Bukry	M.M.–L.M.(CN4?–6)	–	–	–	1
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller (9–9.9 μ)	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	–	–	–	1
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller (8–8.9 μ)	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	–	2	1	1
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller (7–7.9 μ)	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	5	4	2	3
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller (6–6.9 μ)	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	4	5	5	1
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller (5–5.9 μ)	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	3	3	5	–
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller (4–4.9 μ)	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	–	–	2	–
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller (frag.)	long range $\approx$ Creta. $\rightarrow$	–	1	2	–
<i>Coccolithus streckerii</i> Takayama and Sato	long range $\approx$ Neogene	1	–	–	–
<i>Cyclagelosphaera margerelii</i> Noel	Creta.	4	–	–	–
<i>Cyclicargolithus floridanus</i> (Roth and Hay) Bukry	L.Eo.–M.M.(CP15b–CN5a)	–	4	–	1
<i>Cyclicargolithus</i> aff. <i>floridanus</i> (Roth and Hay) Bukry	L.Eo.–M.M.(CP15b–CN6a)	1	–	–	–
<i>Dictyococites antarcticus</i> Haq	long range $\approx$ Neogene	1	–	–	–
<i>Dictyococites perplexus</i> Burns	long range $\approx$ Neogene	–	4	1	1
<i>Dictyococites productus</i> (Kamptner) Backman [Round]	long range $\approx$ Neogene	1	13	7	10
<i>Dictyococites</i> sp.-B [small:2~4 μ]	long range $\approx$ Neogene	–	–	1	57
<i>Dictyococites</i> sp.-C [v.small:1.5~2 μ]	long range $\approx$ Neogene	–	1	–	4
<i>Discoaster deflandrei</i> Bramlette and Riedel	Olig.–M.M.(CP9b–CN5)	2	–	–	–
<i>Discoaster musicus</i> Stradner	M.M.(CN4–5)	–	1	–	–
<i>Discoaster</i> spp.	Neogene form	1	1	–	–
<i>Discolithina multipora</i> (Kamptner and Deflandre) Martini	long range	–	1	–	–
<i>Helicosphaera carteri</i> (Wallich) Kamptner	long range $\approx$ Neogene	1	2	–	1
<i>Helicosphaera</i> spp.	–	–	1	–	–
<i>Reticulofenestra ampla</i> Sato, Kameo and Takayama	M.? M.–Pli.(Mid.Mio.?~12a)	–	–	–	1
<i>Reticulofenestra daviesii</i> (Haq) Haq	long range	3	2	–	1
<i>Reticulofenestra gelida</i> (Geitzenauer) Backman (10–12 μ)	E.M.–E.Pli.(CN3~11b)	4	1	–	–
<i>Reticulofenestra gelida</i> (Geitzenauer) Backman (6–9 μ)	E.M.–E.Pli.(CN3~11b)	13	10	10	1
<i>Reticulofenestra haqii</i> Backman	long range	1	2	2	1
<i>Reticulofenestra minuta</i> Roth	long range	–	2	1	1
<i>Reticulofenestra minutula</i> (Gartner) Haq and Berggren	long range	1	3	1	2
<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i> (Gartner) Gartner [10–12 μ]	E.M.–E.Pli.(CN3~11b)	6	–	–	–
<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i> (Gartner) Gartner [6–9 μ]	E.M.–E.Pli.(CN3~11b)	51	35	59	12
<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i> (Gart.) Gartner [small:<5 μ]	long range $\approx$ Neogene	1	–	1	1
<i>Reticulofenestra</i> spp.	Neogene form	1	1	1	–
<i>Sphenolithus abies</i> Deflandre	L.M.–E.Pli.(CN9~CN11b?)	–	–	–	1
<i>Sphenolithus compactus</i> Backman	E.M.–L.M.(CN1–8)	–	–	–	1
<i>Sphenolithus moriformis</i> (Bron. and Strad.) Bramlette and Wilcoxon	Pal.–L.M.(CP10–CN8b)	1	–	–	–
<i>Sphenolithus</i> spp.	Neogene form	1	–	–	–
<i>Umbilicosphaera rotula</i> (Kamptner) Varol	E.M.–E.Pli.(CN1c–CN12a)	–	–	–	1
石灰質ナノ化石総数		107	99	101	105
<i>Florisphaera profunda</i> Okada & Honjo					
<i>Florisphaera profunda elongata</i> Okada & McIntyre					
Coccosphere					
Abundance	A:abundant, C:common, F:few, R:rare, VR:very rare, VVR:very very rare, No:barren	F	F	R	F
Preservation	G:good, M:moderate, P:poor, VP:very poor	VP	VP	VP	VP

E.Pli.:Early Pliocene, L.Pli.:Late Pliocene,
E.M.:Early Miocene, M.M.:Middle Miocene, L.M.:Late Miocene,
Pal.:Paleocene, Eo.:Eocene, Oli.:Oligocene,

表 14 埼玉県春日部 GS-1 (図 9 の 32) から産出した浮遊性有孔虫化石

	1450m	1481m	1568m	1622m
<i>Globigerina praebulloidis</i> Blow				2
<i>Globigerinoides bollii</i> Blow	1			
<i>Globigerinoides trilobus</i> (Reuss)		1		
<i>Globoquadrina dehiscens</i> (Chapman, Parr and Collins)	1			1
<i>Globorotalia</i> cf. <i>miozea conoidea</i> Walters of Oda(1977)			1	1
species	2	1	1	3
total number of identified specimens	2	1	1	4
total number of specimens	4	1	2	7
preservation	P	P	P	P

表 15 埼玉県春日部 GS-1 (図 9 の 32) から産出した石灰質ナンノ化石

種 類	試料番号/深度 (m)	番号	1568m	1500m	1481m	1600m	1622m
<i>Braarudosphaera bigelowii</i>	(Gran & Braarud) Deflandre		—	1	—	—	1
<i>Calcidiscus leptoporus</i>	(Murray & Blackman) Loeblich & Tappan		2	2	1	—	—
<i>Calcidiscus macintyre</i>	(Bukry & Bramlette) Loeblich & Tappan		3	1	1	1	1
<i>Coccolithus pelagicus</i>	(Wallich) Schiller [10–10.9 μ]		1	3	—	—	—
<i>Coccolithus pelagicus</i>	(Wallich) Schiller [9–9.9 μ]		5	1	4	—	1
<i>Coccolithus pelagicus</i>	(Wallich) Schiller [8–8.9 μ]		4	2	6	—	1
<i>Coccolithus pelagicus</i>	(Wallich) Schiller [7–7.9 μ]		2	1	1	3	2
<i>Coccolithus pelagicus</i>	(Wallich) Schiller [6–6.9 μ]		2	—	3	1	—
<i>Coccolithus pelagicus</i>	(Wallich) Schiller [5–5.9 μ]		—	—	1	2	—
<i>Coccolithus pelagicus</i>	(Wallich) Schiller [fragment]		—	—	4	—	—
<i>Coccolithus pliopelagicus</i>	Wise		—	—	—	—	—
<i>Coccolithus streckerii</i>	Takayama & Sato		1	—	—	1	1
<i>Cyclicargolithus floridanus</i>	(Roth & Hay in Hay et al) Bukry		1	—	—	—	—
<i>Cyclicargolithus</i> cf. <i>floridanus</i>	(Roth & Hay in Hay et al) Bukry		—	1	1	—	1
<i>Dictyococcites antarcticus</i>	Haq		—	—	—	—	4
<i>Dictyococcites</i> aff. <i>antarcticus</i>	Haq		1	—	—	—	—
<i>Dictyococcites perplexus</i>	Burns		2	3	3	5	20
<i>Dictyococcites productus</i>	(Kamptner) Backman [round]		19	2	1	3	17
<i>Dictyococcites scrippsae</i>	Bukry & Percival		1	—	—	—	2
<i>Dictyococcites</i> sp.-B [small<2~4 μ]			6	1	1	4	3
<i>Dictyococcites</i> sp.-C [v.small<1~2 μ]			—	—	—	—	1
<i>Dictyococcites</i> spp. [v.small<1 μ]			—	—	—	—	3
<i>Discoaster</i> aff. <i>deflandrei</i>	Bramlette & Riedel		—	—	1	—	1
<i>Discoaster</i> aff. <i>exilis</i>	Martini & Bramlette		—	—	1	—	1
<i>Discoaster variabilis</i>	Martini & Bramlette		2	—	2	1	1
<i>Discoaster</i> spp.			—	—	—	3	1
<i>Discolithina japonica</i>	(Takayama) Nishida		—	—	1	—	1
<i>Discolithina multipora</i>	(Kamptner & Deflandre) Martini		1	—	1	—	1
<i>Helicosphaera carteri</i>	(Wallich) Kamptner		7	2	6	1	1
<i>Helicosphaera euphratis</i>	Haq		—	—	—	—	1
<i>Helicosphaera</i> cf. <i>intermedia</i>	Martini		—	—	2	—	1
<i>Helicosphaera mediterranea</i>	Muller		—	—	—	—	1
<i>Helicosphaera</i> c f. <i>stalis</i>	Theodoridis		1	—	—	—	—
<i>Helicosphaera</i> spp.			2	1	—	—	—
<i>Reticulofenestra ampla</i>	Sato, Kameo & Takayama		10	—	5	9	14
<i>Reticulofenestra gelida</i>	(Geitzenauer) Backman [10–12 μ]		2	1	—	1	—
<i>Reticulofenestra gelida</i>	(Geitzenauer) Backman [6–9 μ]		13	27	45	22	35
<i>Reticulofenestra haqii</i>	Backman		8	7	1	—	5
<i>Reticulofenestra minuta</i>	Roth		13	21	18	5	7
<i>Reticulofenestra minutula</i>	(Gartner) Haq & Berggren		16	19	9	12	11
<i>Reticulofenestra pseudumbilicus</i>	(Gartner) Gartner [10–12 μ]		5	—	—	2	1
<i>Reticulofenestra pseudumbilicus</i>	(Gartner) Gartner [6–9 μ]		70	83	86	113	55
<i>Reticulofenestra pseudumbilicus</i>	(Gart.) Gartner [small<5 μ]		8	19	17	7	13
<i>Reticulofenestra</i> spp.			—	—	4	2	—
<i>Sphenolithus abies</i>	Deflandre in Detlender & Fert		1	1	1	—	1
<i>Sphenolithus moriformis</i>	(Bron. & Strad.) Bramlette & Wilcoxon		1	2	—	—	1
<i>Sphenolithus</i> spp.			—	—	—	2	1
<i>Syracosphaera pulchra</i>	Lohmann		—	—	1	—	—
<i>Tetralithoides symeonidesii</i>	Theodoridis		—	—	1	—	—
<i>Umbilicosphaera</i> spp.			—	—	—	—	1
石灰質ナンノ化石総数			210	201	229	200	213
CN Zone			CN5	CN5	CN5	CN5	CN4?
Age			M.Mio.	M.Mio.	M.Mio.	M.Mio.	M.Mio.
Abundance			F	F	F	F	F
Preservation			P	P	VP	P	P

表 16 千葉県大佐和 GS-1 (図 9 の 80) から産出した石灰質ナンノ化石

Species	500m	1001m	1201m	1202m	1400m	1492m	1601m	1602m	1801m	2198m	2400m	2401m
<i>Calcidiscus leptaporus</i> (Murray & Blackman) Loeblich & Tappan	7	3	1	2	11	2	4	2	3	1	3	7
<i>Calcidiscus macintyre</i> (Bukry & Bramlette) Loeblich & Tappan	-	2	-	1	1	1	5	1	4	-	4	2
<i>Catinaster calyculus</i> Martini&Bramlette	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Catinaster coelitus</i> Martini & Bramlette	-	-	-	-	-	-	9	15	1	-	-	-
<i>Coccolithus miopelagicus</i> Bukry	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller (12-13 μ)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller (11-11.9 μ)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller (10-10.9 μ)	-	3	-	-	1	-	-	-	1	-	-	2
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller (9-9.9 μ)	-	1	-	-	-	1	1	-	4	2	5	2
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller (8-8.9 μ)	1	4	-	1	2	2	2	1	2	4	9	-
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller (7-7.9 μ)	1	3	1	-	2	9	-	2	7	3	7	-
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller (6-6.9 μ)	3	-	-	-	-	11	1	2	6	2	3	1
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller (5-5.9 μ)	2	-	-	-	-	4	3	1	3	1	-	-
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller (frag.)	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
<i>Coccolithus streckerii</i> Takayama & Sato	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coronocyclus nitescens</i> (Kamptner) Bramlette & Wilcoxon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Cyclacargolithus floridanus</i> (Roth & Hay) Bukry	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	63	125
<i>Cyclacargolithus</i> aff. <i>floridanus</i> (Roth & Hay) Bukry	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Dictyococcos antarcticus</i> Haq	-	5	6	5	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Dictyococcos perplexus</i> Burns	-	-	-	7	1	9	-	5	1	13	12	16
<i>Dictyococcos productus</i> (Kamptner) Backman	31	36	13	3	27	7	5	-	6	3	2	3
<i>Dictyococcos scrippsae</i> Bukry & Parcial	-	18	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Dictyococcos</i> sp.-B(Small:2-4)	7	12	8	4	7	3	-	-	4	2	1	3
<i>Dictyococcos</i> sp.-C(V.Small:1.5-2 μ)	7	-	2	2	1	1	-	-	2	1	-	1
<i>Dictyococcos</i> spp.	1	-	2	1	-	-	1	-	3	1	1	-
<i>Discoaster adamantus</i> Bramlette & Wilcoxon	1	-	-	-	-	-	-	3	-	-	1	1
<i>Discoaster asymmetricus</i> Gartner	1	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Discoaster berggreni</i> Bukry	-	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-
<i>Discoaster</i> cf. <i>bollii</i> Martini & Bramlette	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-
<i>Discoaster brouweri</i> Tan Sin Hok	1	1	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Discoaster challenger</i> Bramlette & Riedel	1	7	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-
<i>Discoaster deflandrei</i> Bramlette & Riedel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	13
<i>Discoaster</i> cf. <i>deflandrei</i> Bramlette & Riedel	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-
<i>Discoaster</i> cf. <i>exilis</i> Martini & Bramlette	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-
<i>Discoaster</i> cf. <i>hamatus</i> Bukry & Bramlette	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Discoaster moorei</i> Bukry	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Discoaster musicus</i> Stradner	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Discoaster pentaradiatus</i> Tan Sin Hok	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Discoaster</i> aff. <i>petaliformis</i> Moshkovitz and Ehrlich	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Discoaster surculus</i> Martini & Bramlette	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Discoaster triradiatus</i> Tan Sin Hok	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Discoaster variabilis</i> Martini & Bramlette	1	1	-	7	1	5	1	1	8	4	3	2
<i>Discoaster</i> spp.	2	15	2	6	1	6	7	3	7	1	3	3
<i>Discolithina japonica</i> (Takayama) Nishida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Discolithina multipora</i> (Kamptner & Deflandre) Martini	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	2
<i>Discolithina discopora</i> Schiller	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gephyrocapsa</i> spp. (small: <2.5 μ)	8	-	-	29	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Helicosphaera carteri</i> (Wallich) Kamptner	-	-	-	1	-	1	1	-	2	3	3	-
<i>Helicosphaera</i> cf. <i>euphratis</i> Haq	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Helicosphaera intermedia</i> Martini	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Helicosphaera mediterranea</i> Muller	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Helicosphaera stalis</i> Theodoridis	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-
<i>Helicosphaera</i> spp.	-	-	-	-	-	2	1	2	4	-	-	-
<i>Pseudomilliana lacunosa</i> (Kamptner) Gartner	9	-	2	12	-	-	-	-	-	-	4	-
<i>Reticulofenestra ampla</i> Sato, Kameo & Takayama	-	4	18	7	23	1	7	12	2	5	-	1
<i>Reticulofenestra daronicoides</i> (Black & Barnes) Pujos (round)	3	-	27	25	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Reticulofenestra daronicoides</i> (Black & Barnes) Pujos (elliptic)	5	-	14	18	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Reticulofenestra gelida</i> (Geitzenauer) Backman (10 -12 μ)	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-
<i>Reticulofenestra gelida</i> (Geitzenauer) Backman (6-9 μ)	5	3	19	5	-	26	10	11	25	14	1	1
<i>Reticulofenestra haqii</i> Backman	-	-	-	2	3	5	3	3	1	14	26	13
<i>Reticulofenestra minuta</i> Roth	39	26	17	13	3	7	22	5	3	8	4	11
<i>Reticulofenestra minutula</i> (Gartner) Haq & Berggren	17	22	61	28	28	5	1	4	3	3	2	1
<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i> (Gartner) Gartner (>13 μ)	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i> (Gartner) Gartner (10-12 μ)	-	-	-	-	-	-	16	-	2	-	-	-
<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i> (Gartner) Gartner(8-9 μ)	58	33	53	30	72	69	98	129	92	51	4	1
<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i> (Gart.)Gartner(small:< 5 μ)	-	11	-	-	9	5	6	1	1	3	-	1
<i>Reticulofenestra</i> spp.	1	6	-	-	15	1	4	1	3	3	1	-
<i>Scyphosphaera pulcherrima</i> Deflandre	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Scyphosphaera</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphenolithus abies</i> Deflandre	2	13	2	6	3	2	-	-	3	3	1	2
<i>Sphenolithus compactus</i> Backman	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1
<i>Sphenolithus heteromorphus</i> Deflandre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	23	5
<i>Sphenolithus moriformis</i> (Bron. & Strad.)Bramlette & Wilcoxon	-	1	-	-	-	-	-	-	7	12	4	13
<i>Sphenolithus</i> spp.	2	3	4	4	3	9	-	1	7	3	-	3
<i>Syracosphaera pulchra</i> Lohmann	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Syracosphaera</i> spp.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Umbilicosphaera jafari</i> Muller	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
<i>Umbilicosphaera rotula</i> (Kamptner)Varol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-
<i>Umbilicosphaera</i> spp.	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
石灰質ナンノ化石総数	219	238	253	221	220	201	220	209	221	214	207	240
<i>Florissphaera profunda</i> Okada & Honjo	3	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Florissphaera profunda elongata</i> Okada & McIntyre	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coccosphere	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abundance	A abundant, C:common, F:few, VR:very rare, VVR:very very rare, No:barren	C	C	F	F	VR	F	C	F	F	F	C
Preservation	G:good, M:moderate, P:poor, VP:very poor	M	P	P	M	P	VVP	M	VVP	VP	VP	VVP
CN Zone		11b	10	10	10	9	9	6~8	6~8	6~8	3~4	3~4
Age		Pliocene	Pliocene	Pliocene	Pliocene	L.Miocene	L.Miocene	L.Miocene	L.Miocene	L.Miocene	M. Miocene	M. Miocene

表 17 茨城県つくば GS 観測井（図 9 の 29）から産出した石灰質ナノ化石

種 類	試料番号／深度(m)	番号	113.8m	78.0m
<i>Calcidiscus leptoporus</i>	(Murray & Blackman) Loeblich & Tappan		2	–
<i>Coccolithus pelagicus</i>	(Wallich) Schiller [12–13 μ]		1	1
<i>Coccolithus pelagicus</i>	(Wallich) Schiller [11–11.9 μ]		1	–
<i>Coccolithus pelagicus</i>	(Wallich) Schiller [10–10.9 μ]		1	–
<i>Coccolithus pelagicus</i>	(Wallich) Schiller [8–8.9 μ]		–	1
<i>Dictyococcites productus</i>	(Kamptner) Backman [round]		–	13
<i>Gephyrocapsa aperta</i>	Kamptner		–	3
<i>Gephyrocapsa caribbeanica</i>	Boudreaux & Hay [medium:4–4.9 μ]		1	15
<i>Gephyrocapsa caribbeanica</i>	Boudreaux & Hay [medium:3–3.9 μ]		1	57
<i>Gephyrocapsa caribbeanica</i>	Boudreaux & Hay [medium:2.5–2.9 μ]		–	6
<i>Gephyrocapsa oceanica</i>	Kamptner [medium:4–4.9 μ]		2	5
<i>Gephyrocapsa oceanica</i>	Kamptner [medium:3–3.9 μ]		–	7
<i>Gephyrocapsa oceanica</i>	Kamptner [medium:2.5–2.9 μ]		–	1
<i>Gephyrocapsa</i> cf. <i>parallela</i>	Hay & Beaudry		1	–
<i>Gephyrocapsa</i> spp. [small:<2.5 μ]			–	19
<i>Helicosphaera ampliaperta</i>	Bramlette & Wilcoxon		–	1
<i>Helicosphaera carteri</i>	(Wallich) Kamptner		4	1
<i>Helicosphaera hyalina</i>	Gaarder		1	–
<i>Helicosphaera wallichii</i>	(Lohmann) Boudreaux & Hay		2	–
<i>Helicosphaera</i> spp.			1	–
<i>Pseudoemiliana lacunosa</i>	(Kamptner) Gartner		5	3
<i>Reticulofenestra dornicoides</i>	(Black & Barnes) Roth [round]		–	12
<i>Reticulofenestra dornicoides</i>	(Black & Barnes) Roth [elliptical]		–	7
<i>Syracosphaera pulchra</i>	Lohmann		–	1
<i>Syracosphaera</i> spp.			–	1
<i>Elliptical placolith</i>			11	53
石灰質ナノ化石総数			34	207
Abundance			VVR	F
Preservation			VP	VP
CN Zone			CN14a	CN14a
Age			Pleistocene	Pleistocene
			0.95–0.41Ma	0.95–0.41Ma

表 18 栃木県小山市・結城 R-5 (図 9 の 11) から産出した珪藻化石

Depth (m)	600	616	626	634	652	667	682	697
Zone	NPD 4Bb					NPD 4Ba		?
<i>Actinocyclus ellipticus</i> Grunow	1					1	1	
<i>A. ingens</i> f. <i>ingens</i> (Rattray) Whiting et Schrader			1	*	2	2	3	
<i>A. ingens</i> f. <i>planus</i> Whiting et Schrader	3	*				6	3	1
<i>A. octonarius</i> Ehrenberg					1		2	
<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	1		1	1	1	2	3	
<i>Azpeitia vetustissima</i> (Pantocsek) Sims et Fryxell						2		
<i>Cavitatus jouseanus</i> (Sheshukova) Williams	1	1	1		2	1	1	
<i>Cocconeis californica</i> Gregory							1	
<i>C. curvirota</i> Brun et Tempere						2		
<i>C. scutellum</i> Ehrenberg		*		*				
<i>Coscinodiscus lewisianus</i> Greville	1			*			1	
<i>C. marginatus</i> Ehrenberg	1					5	2	1
<i>Crucidentacula nicobarica</i> (Grunow) Akiba et Yanagisawa	1	*	10	4	1		4	
<i>C. paranicobarica</i> Akiba et Yanagisawa			*			1		
<i>Denticulopsis hyalina</i> (Schrader) Simonsen	11	35	10	23	14	3	5	
Girdle view of <i>D. hyalina</i> group	11	26	7	12	8	1	2	
<i>D. hyalina</i> or <i>praehyalina</i>							2	
<i>D. ichikawae</i> Yanagisawa et Akiba	*							
<i>D. lauta</i> (Baily) Simonsen	7				1	4	4	
Girdle view of <i>Denticulopsis lauta</i> group	4				1		4	
<i>D. lauta</i> or <i>ichikawae</i>							2	
<i>D. praehyalina</i> Tanimura	*	*			1			
<i>D. simonsenii</i> Yanagisawa et Akiba	1	*	1	*	*			
<i>D. tanimurae</i> Yanagisawa et Akiba	2	1	1					
<i>Diploneis bombus</i> Ehrenberg		*					1	
<i>Grammatophora</i> spp.					3	7	8	3
<i>Kisseleviella carina</i> Sheshukova	*							
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve	5	1	1	1	2	12	22	
<i>Rhaphoneis miocenica</i> Schrader		*	*			9	6	
<i>Rhizosolenia miocenica</i> Schrader			*	2				
<i>Stephanopyxis</i> spp.						6	1	
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) H. et M. peragallo	50	36	67	57	63	36	22	1
<i>Thalassiosira grunowi</i> Akiba et Yanagisawa			*					
Total	100	100	100	100	100	100	100	6
Resting spore	70	28	53	68	94	93	49	2

iv) 坑井データに基づく関東平野地下における新第三系の分布

これら 92 坑井の層序区分データをもとに、さらに関東平野でこれまで行われた反射法地震探査（例えば、笠原、2001）、屈折法インバージョンに基づく地震基盤の深度分布（額、1995）、駒沢・長谷川(1988)の重力基盤深度分布を参考にして、各層序区分毎の等層厚線図を作成した（図 14～17）。この等層厚線図は、上総層群および下総層群については

鈴木(2002)によるものをほぼ踏襲し、一部新たな坑井データによって微修正している。また、詳細な微化石年代が決定されている 10 坑井を東西および南北方向に対比し、関東平野地下の模式的な地下断面を作成した（図 18）。この断面図では、各地層を詳細に対比するため、表 5 の生層準を等年代線として示した。

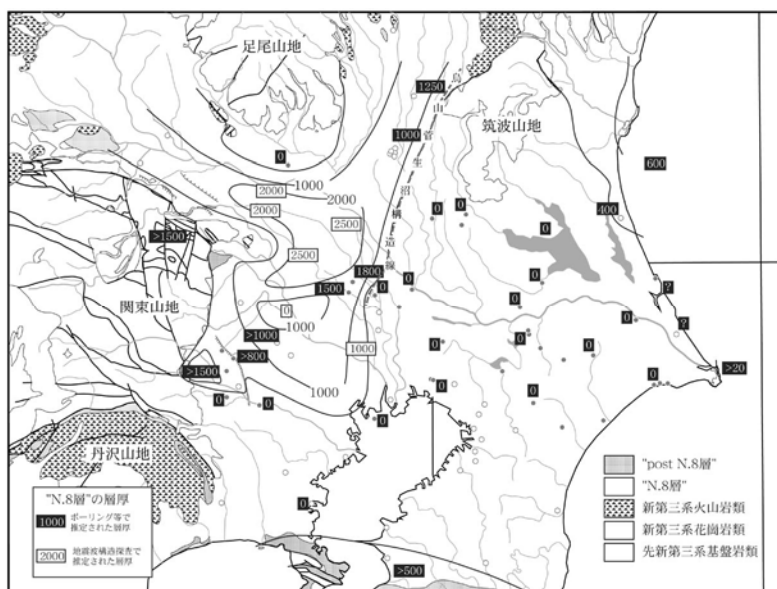


図 14 N.8 層の等層厚線図（林ほか、投稿中 b より引用）

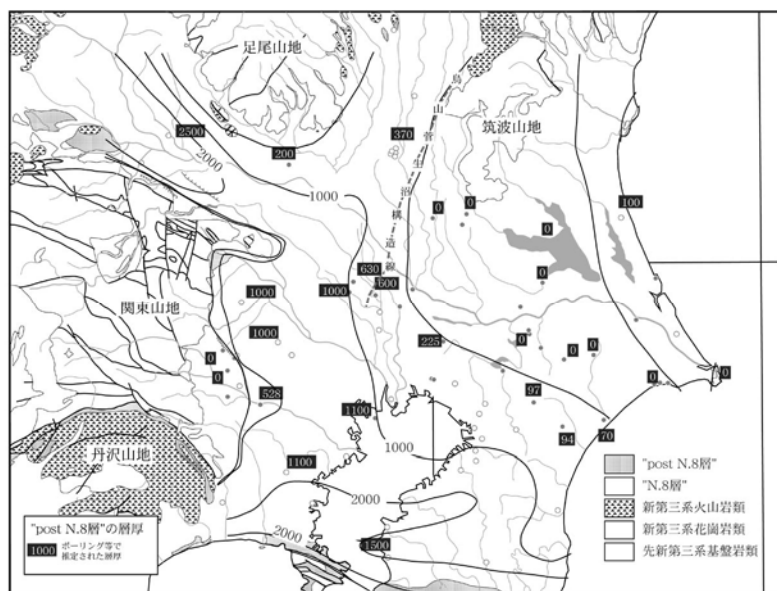


図 15 “post N.8 層”の等層厚線図（林ほか、投稿中 b より引用）

“N.8 層”は、栃木県—埼玉県—群馬県にかけての関東山地と足尾山地に挟まれた地域、および茨城県大洋村付近の大きく 2 つの範囲に分かれて分布している（図 14）。特に前者では、しばしば層厚が 2,000m を超えて局所的に厚く分布している。関東平野を横切る模式的な断面を見ても、“N.8 層”が局所的に厚く分布していることが明らかである（図 14）。埼玉県の松伏 SK-1 と春日部 GS-1 のように、隣接する坑井間で基盤深度が大きく異なる

場合、基盤深度が深い坑井では“N.8層”が見られるが、浅い坑井ではほとんど欠いている。この両者の間には西落ちの烏山—菅生沼断層が推定されており（石井、1962）、この断層が“N.8層”の堆積盆を限る境界断層である可能性がある。“N.8層”が厚く分布している地域を横切る反射法地震探査の地下構造断面を見ると（例えば、朝霞—鴻巣測線；笠原ほか、2001）、地下における“N.8層”の形態は非対称のくさび形をしており、地表に露出する典型的な“N.8層”である秩父盆地の中新統に見られるハーフグラベン構造（前節）に類似している（図 19）。

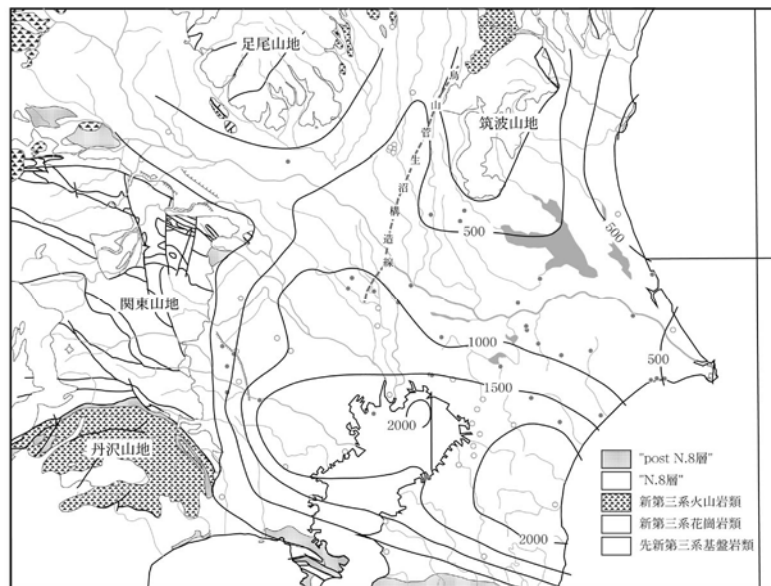


図 16 上総層群相当層の等層厚線図（鈴木、2002 をもとに一部改編）

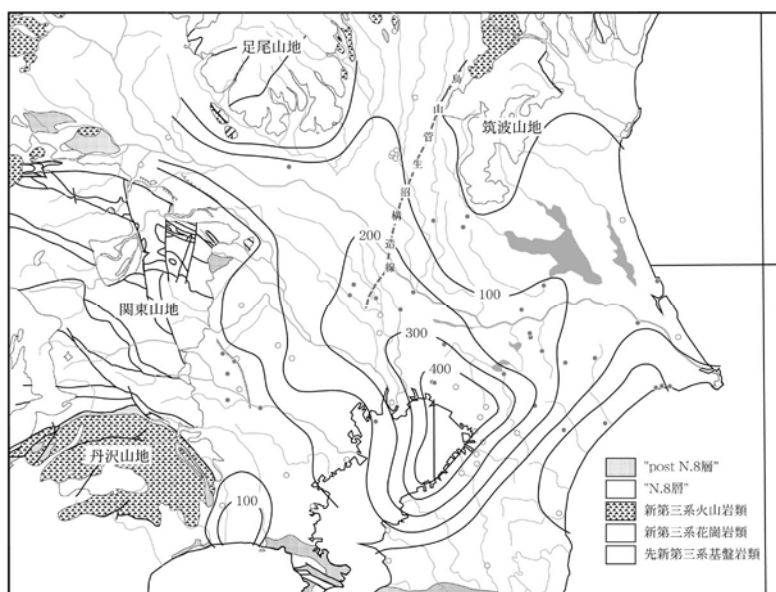
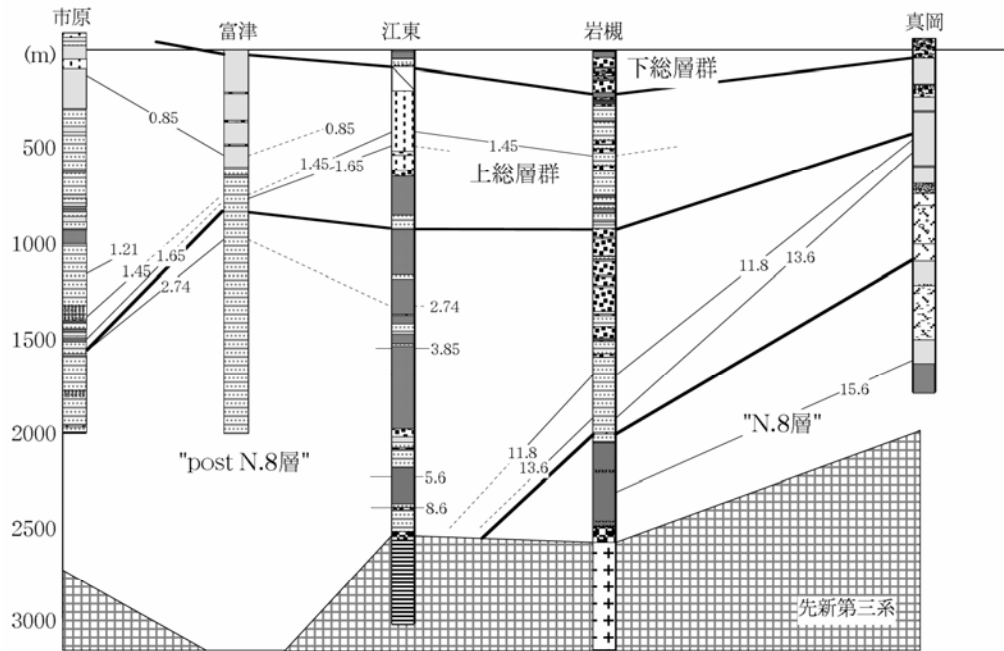


図 17 下総層群相当層の等層厚線図（鈴木、2002 に情報を追加）

南北断面



東西断面

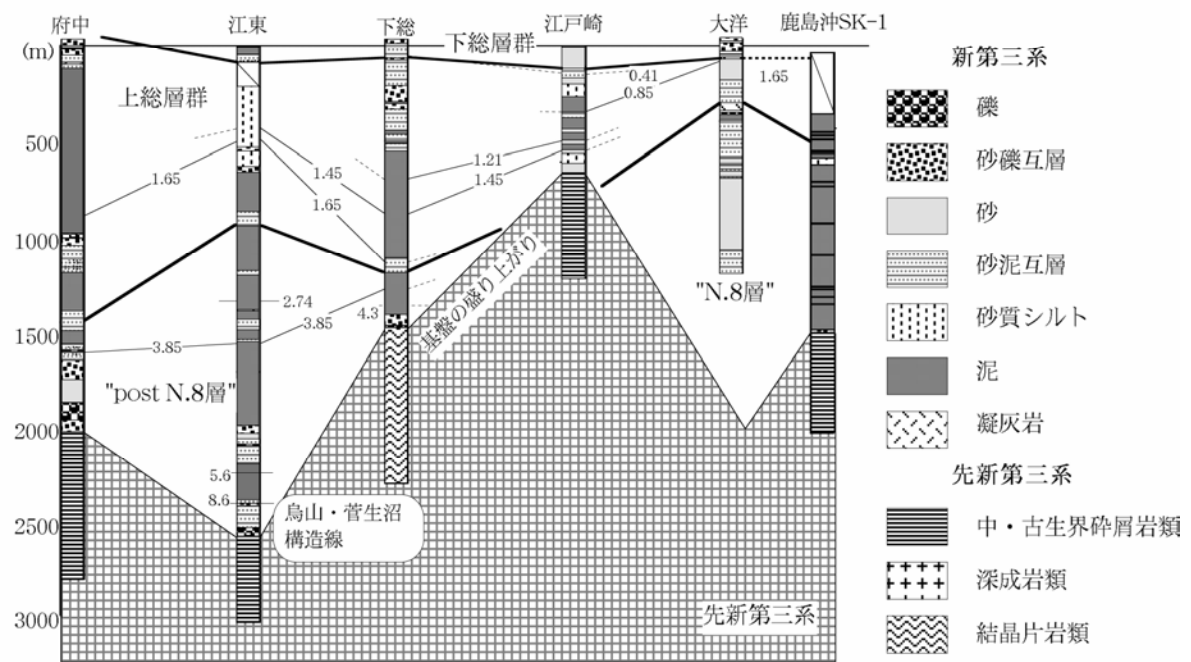


図 18 主要坑井による関東平野の東西・南北断面図。断面測線は図 9 を参照。

“post N.8 層”およびそれより上位の上総層群相当層は、平野下に広く分布している（図 15-17）。これらの地層が最も厚く分布している地域は南関東であり、両者を合わせると 3,000m を超える層厚が推定される。これらは房総半島に分布する前弧海盆堆積物である安房層群や上総層群とそれぞれ分布が連続する事から、フィリピン海プレート沈み込みにともなう当時の前弧海盆を埋積した地層が、関東平野地下にも連続しているものと考えられる。なお、“post N.8 層”と上総層群の間には、特に南関東地域で顕著な傾斜不整合が発達している（黒滝不整合；小池、1951）。したがって、黒滝不整合形成時に何らかのテ

クトニックイベントが発生したものと考えられるが、この不整合の上下で大局的な構造は変わっていない。下総層群およびそれ以上の地層は上総層群相当層と同様に広く分布しており（図 17）、その形態は段丘面の高度分布等により推定されている更新世以降の沈降域と大局的に一致している。

以上のように各地層区分毎の特徴を詳細に調べると、“N.8 層”と“post N.8 層”との境界、すなわち庭谷不整合を境にして堆積層の分布形態が大きく異なる事が明確になった。すなわち、庭谷不整合よりも下位の“N.8 層”は局所的に厚く分布し、地下における形態からはハーフグラaben構造が示唆される。一方、庭谷不整合より上位の“post N.8 層”、上総層群相当層および下総層群は、より広い範囲に分布している。これらの特徴は関東地方の地表地質から指摘されていたものに一致し、関東平野の地下地質においても庭谷不整合形成時が大きなテクトニクス上の変換点である事が強く示唆される。

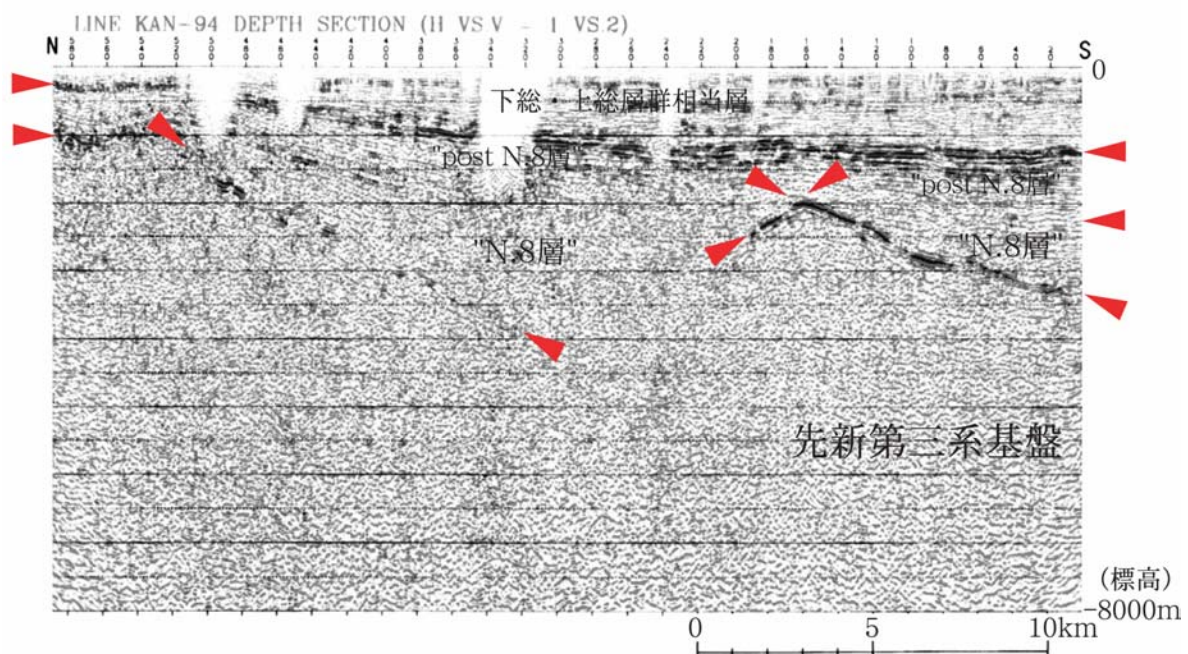


図 19 朝霞—鴻巣測線（KAN-94）（笠原、2001）による反射法弾性波探査深度断面。周辺の坑井を参照して反射面を解釈した。

ところで、“N.8 層”が堆積した前期中新世後期～中期中新世前期は日本海拡大に関連した時期であり、引長応力場によって東北日本を中心に多数のハーフグラabenが形成されている（山路・佐藤、1989）。一方、“post N.8 層”は、前弧海盆や弧間堆積盆のように、プレート沈み込みと密接に関連して形成された広大な堆積盆を埋積した地層と考えられる。関東平野の基盤構造を複雑にしているのは、局所的に発達する“N.8 層”であり、特に“N.8 層”分布の境界となる正断層によって基盤深度が急激に深くなることから、これら過去の堆積盆形成過程を地質学的な時間スケールに基づいて復元することが、基盤構造をより詳細に予測するうえで不可欠であろう。

(c) 結論ならびに今後の課題

神奈川県足柄平野北縁の山北町で掘削された山北南観測井のボーリング試料のうち、暫

定的に記載された深度 300m までの試料について地質年代調査を行った。その結果、新たに作成した地質年代層序モデルを基にして、深度 15-300m の安山岩溶岩・凝灰角礫岩は箱根古期外輪山の前期成層火山群に対比される可能性が高く、その推定年代は約 50-35 万前であることを明らかになった。また、関東平野の既存のボーリング 92 本のデータを収集し、その一部と地表の地層について石灰質ナンノ化石、浮遊性有孔虫、珪藻などの微化石年代調査を行った。その結果、関東平野に分布する堆積層は、下位より“N.8 層” (15.3-16.5Ma)、“post N.8 層” (15.3Ma-2.5Ma)、上総層群 (2.5-0.4Ma)、下総層群 (0.4M 以新) に区分できることが判明した。また、この層序によって地表および地下の堆積層の分布や構造を的確にモデル化できることがわかり、関東平野の地下地質構造を解明するための基礎を築くことができた。

とくに、これまで三浦層群として一括されていた“N.8 層”と“post N.8 層”が、顕著な不整合によって明確に区別できることがわかったことが最も大きな成果である。それは、局所的に発達したグラーベンを埋積した厚い“N.8 層”が、地震波の増幅特性に影響する要因のひとつと考えられ、大震災の軽減を目的として関東平野の地下堆積層と基盤の構造を明確にするには、この“N.8 層”の分布を正確に把握することがきわめて重要であるからである。

しかし、関東平野は西南日本弧、東北日本弧および伊豆—小笠原弧の 3 つの島弧の会合部にあたり、特異な地質構造発達史を経ているため、地下の堆積層の構造も極めて複雑である。今年度の研究によって、関東平野の地下地質構造を説明する一般的な層序モデルはできたものの、個々の場所での堆積層の詳細な構造を明らかにすることは未だ難しい状態にある。それは、関東平野が他の日本の平野地域に比べ極めて広いにもかかわらず、複雑な深部の堆積層の状態を知る手がかりとなる年代データの明らかな基準深層ボーリングがあまりにも少ないためである。したがって、今後、既存のコアやその周辺の地層の微化石分析を効率的に進めてデータを蓄積することが大きな課題である。また、現在の堆積層の構造が地質学的時間スケールでどのように形成されてきたかという歴史的視点を導入して、さらにモデルを高度化することも今後の課題である。

(d) 引用文献

- 1)天野一男・高橋治之・立川孝志・横山健治・横田千秋・菊池 純：足柄層群の地質—伊豆微小大陸の衝突テクトニクス，北村 信教授記念地質学論文集，pp. 7-29, 1986.
- 2)青地 寛：伊豆衝突帯の構造発達．伊豆・小笠原弧の研究—伊豆・小笠原弧のテクトニクス—，神奈川県立博物館調査研究報告（自然科学），No. 9, pp. 111-151, 1999.
- 3)Berggren, W. A., Kent, D. V., Swisher, C. C., III, and Aubry, M. -P.: A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. In Berggren, W. A., Kent, D. V., Aubry, M. -P., and Hardenbol, J., eds., *Geochronology, time scales and global stratigraphic correlation*. SEPM Special Publication, Vol 54, pp. 129- 212, 1995.
- 4)Blow, W. H.: Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In Bronnimann, P. and Renz, H.R., eds., *Proc. 1st Internat. Conf. Planktonic Microfossils, Geneva*, 1967, Vol. 1, pp. 199-422, 1969.

- 5)Cande, S.C. and Kent, D.V.: A new geomagnetic polarity time scale for the Late Cretaceous and Cenozoic. *Jour. Geophys. Res.*, Vol. **97**, pp. 13917-13951, 1995.
- 6)福田 理: 春日部層序試錐(予報) —坑井地質を中心として—. *地質ニュース*, No. **100**, pp. 1-16, 1962.
- 7)林 広樹・堀内誠示・高橋雅紀・笠原敬司: 関東平野地下に分布する新第三系の層序と対比. *石油技術協会誌*, 投稿中 a.
- 8)林 広樹・高橋雅紀・笠原敬司: 関東平野の地下における新第三系の分布. *石油技術協会誌*, 投稿中 b.
- 9)平田由紀子: 箱根火山の発達史, *神奈川県立博物館調査研究報告(自然科学)*, No. **9**, pp. 153-178, 1999.
- 10)Huchon, P. and Kitazato, H.: Collision of the Izu block with central Japan during the Quaternary and geological evolution of the Ashigara area, *Tectonophysics*, Vol. **110**, pp. 201-210, 1984.
- 11)Ibaraki, M.: Geologic ages of Lepidocyclina in Japan with implications in the northward drift of the Izu Peninsula. In Tsuchi, R. ed., *Pacific Neogene Events*, Tokyo University Press, Tokyo, pp. 137-149, 1990.
- 12)Imanaga, I.: Stratigraphy and tectonics of the Ashigara Group in the Izu collision zone, central Japan, *Bull. Kanagawa Prefectural Mus. Nat. Sci.*, Vol. **28**, pp. 73-106, 1999.
- 13)伊藤順一: 箱根火山南東麓の古期外輪山溶岩の K-Ar 年代, *地質調査所月報*, Vol. **51**, pp. 417-420, 2000.
- 14)笠原敬司: 首都圏のバイブロサイス地震波反射法による地下構造調査. *月刊地球号外*, No. **34**, pp. 165-179, 2001.
- 15)菊池良樹: 房総半島における上総層群の微化石層序. *石油技術協会誌*, Vol. **28**, pp. 120-125, 1963.
- 16)小池 清: いわゆる黒滝不整合について. *地質学雑誌*, Vol. **57**, pp. 143-156, 1951.
- 17)額縁一起: 首都圏の地下構造. *物理探査*, Vol. **48**, pp. 504-518, 1995.
- 18)駒沢正夫・長谷川功: 関東地方の重力基盤に見える断裂構造. *地質学論集*, No. **31**, pp. 57-74, 1988.
- 19)小山真人: 伊豆半島北東部中伊豆〜伊東市地域の層序. *静岡大学地球科学研究報告*, Vol. **5**, pp. 61-85, 1982.
- 20)小山真人: 伊豆半島の地史と足柄・大磯地域の更新世, *月刊地球*, Vol. **8**, pp. 743-751, 1986.
- 21)Kuno, H.: Geology of the Hakone volcano and adjacent areas, Part I, *Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo*, Sec II, Vol. **7**, pp. 259-279, 1950a.
- 22)Kuno, H.: Geology of the Hakone volcano and adjacent areas, Part II, *Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo*, Sec II, Vol. **7**, pp. 351-402, 1950b.
- 23)町田 洋: 火山灰からみた箱根火山の一生—テフクロロジー—, 日本火山学会編, *箱根火山*, pp. 77-102.
- 24)町田 洋・新井房夫: *新編火山灰アトラス[日本列島とその周辺]*, 東京大学出版会,

- 336pp., 2003.
- 25) 牧本 博・竹内圭史：寄居地域の地質．*地域地質研究報告(5 万分の 1 地質図幅)*．地質調査所，136p., 1992.
 - 26) 萬年一剛・堀内誠示・田口公則・山下浩之・平田大二・川手新一・蛭子貞二・谷口英嗣：箱根地域・早川凝灰角礫岩から得られた微化石年代とその意義，*地質学雑誌*, Vol.109, pp.661-664, 2003.
 - 27) 三梨 昂：三浦・房総半島の地質構造と堆積構造（層序概説）．*日本地質学会見学旅行案内書*, pp. 4-13, 1968.
 - 28) 長井雅史・高橋正樹：箱根古期外輪山の形成史，平成 11 年度東京大学地震研究所・研究集会報告書（噴出物にもとづく火山成長史・噴火の推移の解説および長期噴火予測，課題番号 199-W-09），pp. 37-46, 1999.
 - 29) 楡井 久・樋口茂生・原 雄・石井 皓・白井常之・古野邦雄・真鍋健一・立石雅昭：船橋市地域の地下地質と地盤沈下観測井．*千葉県公害研究所研究報告*, Vol. 1, pp. 47-74, 1972.
 - 30) 大石雅之・高橋雅紀：群馬県高崎地域に分布する中新統一とくに庭谷不整合形成過程について—．*東北大地質古生物研報*, No. 92, pp. 1-17, 1990.
 - 31) 岡田尚武：南部フォッサマグナの海成層に関する石灰質ナンノ化石の生層序と古環境，*化石*, No. 43, pp. 5-8, 1987.
 - 32) Okada, H. and Bukry, D.: Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973; 1975). *Mar. Micropaleontol.*, Vol. 5, 321-325, 1980.
 - 33) 小沢 清・江藤哲人・大山正雄・長瀬和雄・松沢親悟：温泉掘削井による神奈川県中部の地下地質．*神奈川温泉地学研報*, Vol. 30, pp. 41-52, 1999.
 - 34) Perch-Nielsen, K.: Cenozoic calcareous nannofossils. *Plankton Stratigraphy*, Cambridge University Press, 427-554, 1985.
 - 35) 佐藤時幸・亀尾浩司・三田 勤：石灰質ナンノ化石による後期新生代地質年代の決定精度とテフラ層序，*地球科学*, Vol. 53, pp. 265-274, 1999.
 - 36) 鈴木宏芳：江東深層地殻活動観測井の地質と首都圏地域の地質構造．*防災科研報*, Vol. 56, pp. 77-123, 1996.
 - 37) 鈴木宏芳：関東平野の地下地質構造．*防災科研報*, Vol. 63, pp. 1-19, 2002.
 - 38) 鈴木宏芳・堀内誠示：関東平野の深層観測井地質試料のナンノ化石分析．*防災科研研究資料*, Vol. 225, pp. 1-71, 2002.
 - 39) 鈴木宏芳・小村健太郎：関東地域の坑井データ資料集．*防災科研研究資料*, Vol. 191, pp. 1-80, 1999.
 - 40) 鈴木宏芳・高橋 博：府中地殻活動観測井の作井と坑井地質．*防災科技センター速報*, 64, 1-84, 1985.
 - 41) 高橋 博・福田 理・鈴木宏芳・田中耕平：岩槻深層地殻活動観測井の作井と坑井地質．*防災科技センター速報*, 47, 1-113, 1983.
 - 42) 高橋正樹・長井雅史・内藤昌平・中村直子：箱根火山の形成史と広域テクトニクス場，*月刊地球*, Vol. 21, pp. 437-445, 1999.

- 43)高橋雅紀：関東西部の新第三紀テクトニクス．*月刊地球*, Vol. **11**, pp. 516-521, 1989.
- 44)高橋雅紀：中部日本の新第三紀テクトニクスにおける中新世秩父盆地の地質学的位置．*埼玉県自然史博研報*, No. **10**, pp. 29-45, 1992.
- 45)高橋雅紀・林 広樹：群馬県富岡地域に分布する中新統の地質と複合年代層序．*地質学雑誌*, Vol. **110**, pp. 175-194, 2004.
- 46)高柳洋吉：*微化石研究マニュアル*. 161p, 朝倉書店, 1978.
- 47)徳橋秀一・遠藤秀典：千葉県「姉崎」地域の笠森層及び金剛地層：特に上総層群と下総層群の間の不整合問題に関連して．*地調月報*, Vol. **34**, pp. 59-80, 1983.
- 48)上杉 陽：大磯丘陵のテフラ，*関東の第四紀*, Vol. **3**, pp. 28-33, 1976.
- 49)Yamaji, A.: Rapid intra-arc rifting in Miocene Northeast Japan. *Tectonics*, Vol. **9**, pp. 365-378 1990.
- 50)山路 敦・佐藤比呂志：中新世における東北本州弧の沈降運動とそのメカニズム．*地質学論集*, No. **32**, pp. 339-349, 1989.
- 51)柳沢幸夫・高橋雅紀・渡辺真人・木村克己・田中裕一郎：2.4 大深度ボーリング試料による地質年代調査，大都市大震災軽減化特別プロジェクト 1 地震動（強い揺れ）の予測「大都市圏地殻構造調査研究」，文部科学省研究開発局，東京大学地震研究所，京都大学防災研究所，独立行政法人防災科学技術研究所，pp. 223-242, 2003.

(e) 成果の論文発表・口頭発表等

著者	題名	発表先	発表年月日
柳沢幸夫, 高橋雅紀, 渡辺真人, 木村克己, 田中裕一郎	2.4 大深度ボーリング試料による地質年代調査	大都市大震災軽減化特別プロジェクト 1 地震動（強い揺れ）の予測「大都市圏地殻構造調査研究」、文部科学省研究開発局、東京大学地震研究所、京都大学防災研究所、独立行政法人防災科学技術研究所， pp.223-242	平成 15 年 5 月 7 日
林 広樹, 高橋雅紀	栃木県烏山地域に分布する中新統荒川層群上部の浮遊性有孔虫層序	地質学雑誌, Vol. 110, No. 2, pp. 85-92.	平成 16 年 2 月
高橋雅紀, 林 広樹	群馬県富岡地域に分布する中新統の地質と複合年代層序	地質学雑誌, Vol. 110, No. 3, pp. 175-194.	平成 16 年 3 月
林 広樹, 高橋雅紀, 柳沢幸夫, 山水史生, 渡辺真人, 堀内誠示, 長谷川四郎, 笠原敬司	千葉県南部鴨川中深層観測井の坑井地質と地質年代	防災科学技術研究所報告, Vol. 65, pp. 99-120.	平成 16 年 3 月

(f) 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)ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

(g) 平成 16 年度業務計画案

引き続き大都市圏およびその周辺平野の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。

(当該年度の実施計画)

平成 16 度は、大阪および京都地域において掘削される予定のボーリング試料について、微化石分析を効率的に行い、掘削到達深度における地層の精密年代を明らかにする。これにより、大阪地域での堆積層の構造解明に資する資料を提供する。

また、大都市圏（関東平野）において年代データのない既存のボーリングコア試料とその周辺に露出する地層について更に年代層序学的検討を進め、地下堆積層の構造を明らかにするための具体的年代データを蓄積し、大都市圏の地下地質構造の解釈に資する。