The Geological Society of Japan

地質学論集　第30号　51—65ページ，1988年4月

上総・下総両層群の層序に関する2・3の問題

菊地　隆男*・楡井　久**・楠田　隆**

Some stratigraphical problems of the marine Pliocene and Pleistocene deposits in the Boso Peninsula, Kanto District, Japan

Takao KIKUCHI*, Hisashi NIREI** and Takashi KUSUDA**

Abstract Some basic problems on the stratigraphy of the Kazusa and the Shimosa Groups, which are the most typical Upper Pliocene to Pleistocene marine deposits in Japan, are discussed and reconsidered.

(1) The horizon of Plio-Pleistocene boundary in the Kazusa Group is not fixed at present. Magneto-stratigraphical and bio-stratigraphical studies came to a conclusion that the boundary is located at the lowermost horizon of the Kiwada Formation. The fission track dating of the volcanic ashes in the Formation, nevertheless, shows fairly old ages.

(2) It is the general opinion that the boundary between the Kazusa and the Shimosa Groups lies at the base of the Jizodo or the Kongochi Formation. A reliable clino-unconformity named the Tokyo Bay unconformity, however, is appropriate to this boundary.

(3) The upper limit of the Shimosa Group is the top of the Joso Clay bed and the Anegasaki Formation, which are the last aqueous deposits in the paleo Tokyo Bay.

(4) The Shimosa Group is subdivided into the Ichijuku, Nagahama, Sanuki, Mandano, Kasamori, Kongochi, Jizodo, Yabu, Kamiizumi, Kiyokawa, Kamiiwahashi, Kioroshi and Anegasaki Formations in ascending order, which are re-examined in the present paper. The base of the Jizodo Formation divides the Group into two parts.

(5) Nine cyclothems closely relating with the glacial eustatic movements are recognized in the Shimosa Group. The curve of sea level change deduced from the sedimentary facies and structure of the Shimosa Group is drawn. This curve shows certain information related to the sedimentary environments and ages.

はじめに

海成の鮮新統ないし更新統の模式層としての上総層群および下総層群について，古くから多くの層序学的な研究がなされてきたことは，改めて紹介するまでもない．特に地質層序のみならず，微化石層序，古地磁気層序に関する諸データも蓄積し，さまざまな方法による年代測定値も示され，模式層としての意義はさらに高まっている．しかしながら，研究の多さは同時にいくつかの見解の不一致をも生み出していることも否定できない．例えば，鮮新統-更新統境界問題，層序区分や対比の問題など，最も基本的な部分で諸見解があり一致しない，というのが実状である．

本稿は，上記のような現状を打開し前進させるために，上総層群および下総層群の層序に関する最近の若干の問題点について紹介し，論点を整理するとともに2・3の点につき新たな提案をするものである．本稿で扱われているテーマは

(1) 鮮新統-更新統境界問題
(2) 上総層群と下総層群の境界問題
(3) 下総層群の2大区分と上限問題
(4) 下総層群の層序区分の問題
(5) 下総層群の堆積と氷河性海面変動の問題

である．このうち(1)，(2)，(3)の問題については楡井・楠田が，また(4)，(5)の問題については菊地が，主として担当した．

なお，本研究の一部に，昭和61・62年度文部省科学研究費補助金（総研A「日本の第四紀層の層序区分とその国際対比に関する研究」代表者・市原　実）を使用した．

*東京都立大学理学部地理学教室　Department of Geography, Tokyo Metropolitan University. 2-1-1, Fukazawa, Setagaya, Tokyo, 158 Japan

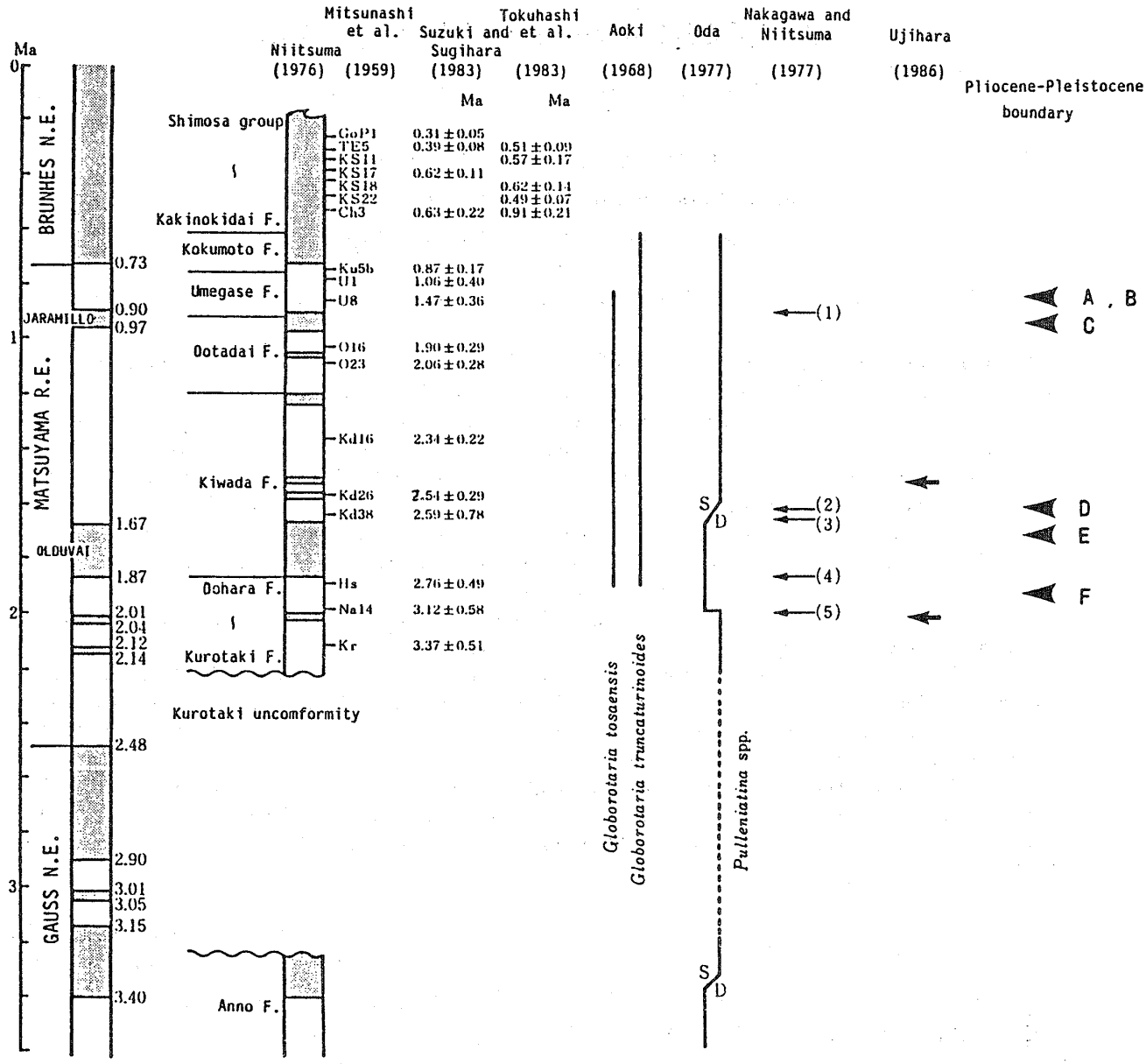
**千葉県水質保全研究所地盤環境研究室
Geoenvironmetal Survey, Branch of Chiba Prefectural Research Laboratory of Water Pollution.
3-5-1, Inagekaigan, Chiba, 281 Japan

鮮新統—更新統境界問題

房総半島における鮮新統-更新統の境界については多

NII-Electronic Library Service

The Geological Society of Japan



第1図 房総半島における鮮新—更新統境界に関する諸見解(Nirei, Kusuda, Kikuchi and Mitsunashi, 1987)
新妻 (1976):上総層群の古地磁気層序. 三梨ほか (1959):火砕質鍵層. 鈴木・杉原 (1983) と徳橋ほか (1983):フィッショントラック年代. 青木 (1969):有孔虫の出現層準. 尾田 (1977):有孔虫殻の右巻 (D) と左巻 (S) 変化. 中川・新妻 (1977):古生物層位上の事件 (1) *Gephyrocapsa oceanica* の出現, (2) *Pulleniatina* の殻, 左巻から右巻へ, (3) *Gephyrocapsa caribbeanica* の出現, (4) *Globorotalia truncaturinoides* の出現, (5) *Pulleniatina* の殻, 右巻から左巻へ. 氏原 (1986):浮遊性腹足類の出現 (1) 黄和田層における低水温環境の最初の出現, (2) 上総層群における低水温環境の最初の出現.
鮮新・更新統境界の諸説:A 浅野 (1957), B 中川・新妻 (1969), C 鈴木・杉原 (1983), D 中川ほか (1984), E 中川・新妻 (1977), F 尾田 (1975).

くの意見があり, まだ現在においても定説はない. すなわち, 次のようないくつかの見解がある (第1図).

浅野ほか (1958), 房総研究グループ (1957) は, 寒冷動物群が最初に出現する梅ケ瀬層の U6 火山灰層付近をその境界と決めた. 中川ほか (1969) は, 古地磁気層序の結果から U6 の層準付近を示唆し, さらに尾田 (1975) は, 浮遊性有孔虫と古地磁気層序の研究と赤道地域でのそれら (Hay et al., 1969; Opdyke et al., 1974) との対比から, 大原層の HS 火山灰層の層準が鮮新統—更新統の境界に当たると考えた. Nakagawa and

NII-Electronic Library Service

The Geological Society of Japan

NIITSUMA (1977) は，古地磁気の再測定結果から，オルドバイ事件のある黄和田層の下部の層準が鮮新統—更新統の境界に当たると考えた．その後中川ほか (1984) は，寒冷気候を示す *Cyteropteron testudo* などが最初に出現するイタリヤの Vrica における鮮新統-更新統境界（国際模式地）は，黄和田層の Kd 38 火山灰層と Kd 20 火山灰層の間の一層準に相当する見解を述べている．なお，さきの Vrica での境界は，深海底堆積物のオルドバイ事件の少し上位であることが，古地磁気や微化石の結果から知られている（中川ほか，1984）．

ここで，Vrica 地域の最初の寒冷期の出現をもって，鮮新統-更新統境界とする見解と中川ほか (1984) の上総層群への対比を採用するならば，上総層群の鮮新統—更新統境界は，氏原 (1986) の浮遊性腹足類による水温の研究に示された Kd 23 火山灰層の数 m 下ということになる (NIREI et al., 1987)．このことは，最近測定されたフィッショントラック年代で Kd 23 火山灰層の年代値がおおよそ 1.9 Ma と求められ（原・楡井，1988），前述の境界の妥当性を示している．しかし，Vrica の逆帯磁帯がオルドバイ期と同じかどうかという問題も生じる．

一方鈴木・杉原 (1983) は上総層群の火山灰層の年代測定をおこない，その境界は梅ケ瀬層下部の O1火山灰層の層準とした．これは浅野ほか(1958)，中川ほか(1969) の境界と類似している．鮮新統—更新統境界問題は，さらに資料の蓄積が必要と思われる．

上総層群と下総層群の境界問題

上総層群の層序は，おもに，火山灰層序学・生層序学的観点から，三梨・矢崎 (1958)，三梨・安国・品田 (1959)，三梨ほか (1961)，石和田ほか (1971)，三梨ほか(1979) などにより，研究がなされてきた．これらの研究では，上総層群は黒滝不整合を挟んで三浦層群（豊岡層群）の上に発達する．そして下位より，黒滝層・勝浦層・浪花層・大原層・黄和田層・太田代層・梅ケ瀬層・国本層・柿の木台層・長南層・笠森層および笠森層に挟在する万田野層よりなる．下総層群(相模層群)は，長沼不整合をもって上総層群の上位に重なる，とされた．

これらの層序学的研究は，有孔虫分析（青木，1964；AOKI, 1968；1969），花粉分析（大西，1969），古地磁気層序（中川ほか，1969）などの分析的な研究の基礎となった．さらにこれらの研究に基づいて，三梨・桑野によって房総半島の鮮新-更新統における堆積環境の検討や編年がおこなわれた (ITIHARA et al., 1973)．その結果，上総層群から下総層群にかけての堆積環境は，黄和田層において最も深い，大陸斜面下部ないし中部の環境を示し，上位の層準になるにつれて，次第に浅くなり国本層から柿ノ木台層にかけては大陸棚の環境を示すこと，そして笠森層ではその堆積環境は開いた湾，その上位の下総層群は閉じた湾へと，変化してきたことを明らかにした．

1970年代の後半に，NAKAGAWA, NIITSUMA, TAKAYAMA, ODA (MITSUNASHI et al., 1976) は地磁気極性の再測定（新妻，1976）と新しい研究（尾田，1975）結果を加えて，地質層序・古地磁気層序・生層序の観点から上総層群の編年をおこなった．さらに，1980年代前半に NAKAGAWA et al. (1982) により再編集された．これらの研究ではいずれも，上総層群を黒滝不整合から笠森層上限にあるとされていた長沼不整合までとしたものである．

一方，楡井ほか (1972) は，船橋市での地盤沈下に関係した地下地質の研究から，従来の上総層群の上部に層厚約 40 m の砂礫層（船橋礫層）の存在と，この層準付近の上下における地層の物性や古地磁気の極性に不連続が認められることなどから，上総層群中に不整合の存在の可能性を示唆した．そしてこの可能性を実証した地下地質断面が，試料の比較的ととのった千葉地域で作成された（楡井ほか，1975）．この不整合が東京湾不整合（楡井，1981）である．

しかし，この不整合は九十九里地域の地下では認められない．地表では，房総半島の東京湾西岸から中央部にかけて分布する市宿層の直下に存在する．西岸では太田台層まで削剝し中央部では柿の木台層中に尖滅する．この層準は古地磁気のブリューヌ期初期にあたり（新妻，1976），中期更新世初期である．またこの不整合は「カンナ削り不整合」（楡井，1988）で，オン・ラップ現象を示す．すなわちこの現象は堆積盆の隆起過程とその後の海進を示している．その後間もなく大陸棚から“開いた湾”の堆積環境へと変化する現象は，関東平野の形成を考える上で，そのもつ意味は大きい．このような点と分布の広域性からみて，楡井 (1981) は東京湾不整合を上総層群と下総層群の境界として提案した（第2図）．

なお，関東平野地下の石油・天然ガス開発を目的とした坑井資料の微化石分析による層序研究では，東京湾北部の江東地域で −200 m，市川市で −500 m 付近に比較的明瞭な不整合が認められていた．これは房総半島の長沼不整合，つまり当時の見方に基づいて上総層群と下総層群の境界（笠森層と地蔵堂層の境界）に対比されていたのである（石和田，1956；河井，1961；NARUSE, 1961

NII-Electronic Library Service

The Geological Society of Japan

第2図　東京湾不整合・泉谷泥層・常総粘土層の海抜高度
1：常総粘土層の基底　2：泉谷泥層の基底　3：東京湾不整合

；菊池，1964など）．しかし，この不整合は実は上述の東京湾不整合であったわけで，地下地質においては上総・下総両層群の境界を東京湾不整合におくことは，すでに実践的に支持されていた，ということであろう．

下総層群の2大区分と上限問題

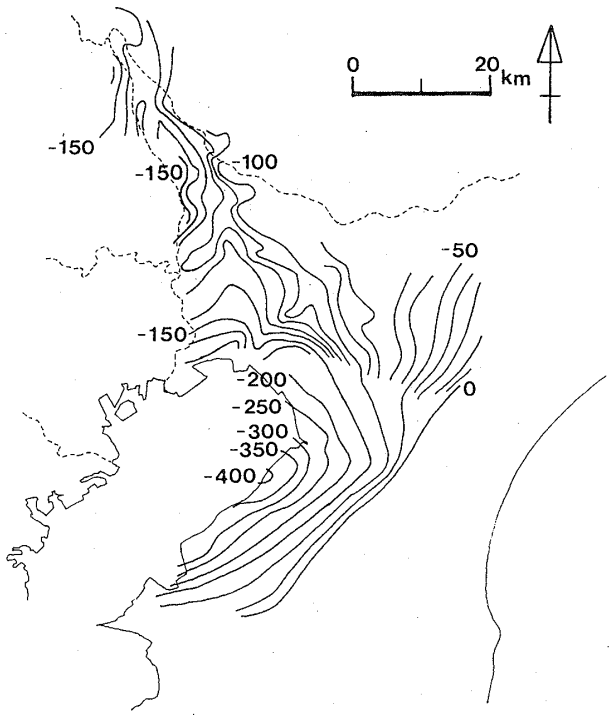
前項に述べたことに関連して，楡井（1982）は下総層群を泉谷泥層で上部と下部に2分することを提唱した．この泥層は房総半島中央部から北部にかけて広範囲に分布し，その堆積環境は汽水から淡水の状況を示す．地下では完全な淡水成泥層になる場合もあり，連続性の良い鍵層になる（第3図）．一般に5mから10mの層厚を示し，構造運動に左右されたような層厚変化は認められない．またこの泥層は，関東平野中央部にまでも追跡可能である．したがって，下総層群下部の時代では，万田野寒冷期（Nirei, 1986）の氷河性海面変動による海退といった事件を除いては，笠森層から金剛地層にかけて徐々に浅海化の傾向をたどっていたものが，泉谷泥層の層準で一斉に広域的淡水域あるいは汽水域に変化する．この後下総層群上部の堆積環境は，一般に浅海域から淡水域を度々繰り返すようになり，この点からも上部と下部は大きな違いが認められる．

次に下総層群の上限問題であるが，下限をどこにおくかという問題に比較して，上限ははるかに定めにくい．地層群の上限が台地や低地の表面付近にあって，海成層や河成層，風成層などが複雑な不整合関係で重なっているような第四紀層の場合，地層（層群）区分の境界はどこに引かれるべきか，という議論は，あまりなされていないように思われるからである．

下総層群の下限の場合には，カンナ削り不整合という地盤運動ともかかわる境界を区分境界とすることを提案した．しかしこの不整合は，堆積盆の形成あるいは細分

NII-Electronic Library Service

The Geological Society of Japan



第3図　泉谷泥層の分布と等深度線（楡井・楠田・中村・末永，MS）

化がおこなわれる前の隆起過程に認められる現象であるため，その不整合のもつ意味は大きくとも，分布は局部的である場合がある．したがって，下総層群の上部層準にある木下層や常総粘土層の直下にもカンナ削り不整合は認められるがその分布は狭く，このような観点に立つならば下総層群の上限をこれらの不整合に置くのは，地層単元を確立する場合に実践性に欠ける．

河井（1961）は，ボーリングにもとづく地下地質を区分する際に，地蔵堂層の基底から現世堆積物までを下総累層群とすることを提唱した．これは，井戸資料からの現世堆積物とそれ以下の地層との区別がしばしば困難であるためとしているが，この区分では最終氷期にまつわる堆積物，沖積層，埋め立て・盛土層も含むことになり，現実性に欠けるところがある．

一方小島（1959）に代表されるように，下総層群（成田層群）の上限を木下層（竜ケ崎砂層を含む）の上面，すなわち常総粘土層の下限におく考えは，盆地周辺部に存在する常総粘土層下のカンナ削り不整合との関係で，一定の説得力をもつものと思われる．しかし，常総粘土層と同時期の水成堆積物である姉崎層（杉原ほか，1978；菊地，1981など）を下総層群からきりはなすことになる．

このようにみてくると，古東京湾が最終的には常総粘土層を堆積させたような湖沼に変化し，この湖沼が壊れ消滅し（小玉ほか，1981），海水準の急速な低下とともに現在とほぼ同じ地形が形成され始めた時点すなわち常総粘土層の上面をもって下総層群の上限とするのが最も妥当と思われる．

下総層群の層序区分の問題

筆者（菊地，1974；Kikuchi，1976）はかつて，下総層群では原則として2つの不整合に挟まれる一連の堆積物をもって1累層として層序区分をし，こうして区分された各累層は一般に下位から礫層→泥層または砂泥互層→厚い淘汰の良い砂層（ときに泥層を挟む）→泥炭を伴う泥層というサイクルを示し，低海面期から海進，そして海退に至る経過に対応することを示した．

しかしながら，下総層群の層序に関しては他にも諸見解があり，この現状は模式層としての下総層群の研究にとって障害となっている様に思われる．多くの研究者が認め得る標準的な層序区分を確立することは容易ではないが，少なくともその方向を目指した提案が急がれよう．このためにはまず，削剝による地層の欠如の少ない必要最小限のルートを標準にして地層の累重関係を認識することが必要であろう．

層序区分の基本となる方針も決めておく必要がある．下総層群はいくつかの堆積サイクル（サイクロセム）から成り立つ（青木・馬場，1978）ことが明らかで，原則として1サイクロセムを1累層単位に対応させるのが適当である．特に下総層群の場合，サイクロセムの形成と第四紀の氷河性海面変動とは無関係ではありえず，推定される海面の動きや気候変化にも着目し，これらの問題をも合わせ考察する必要があるものと思われる．なお海面変動との関係については次項で考察する．

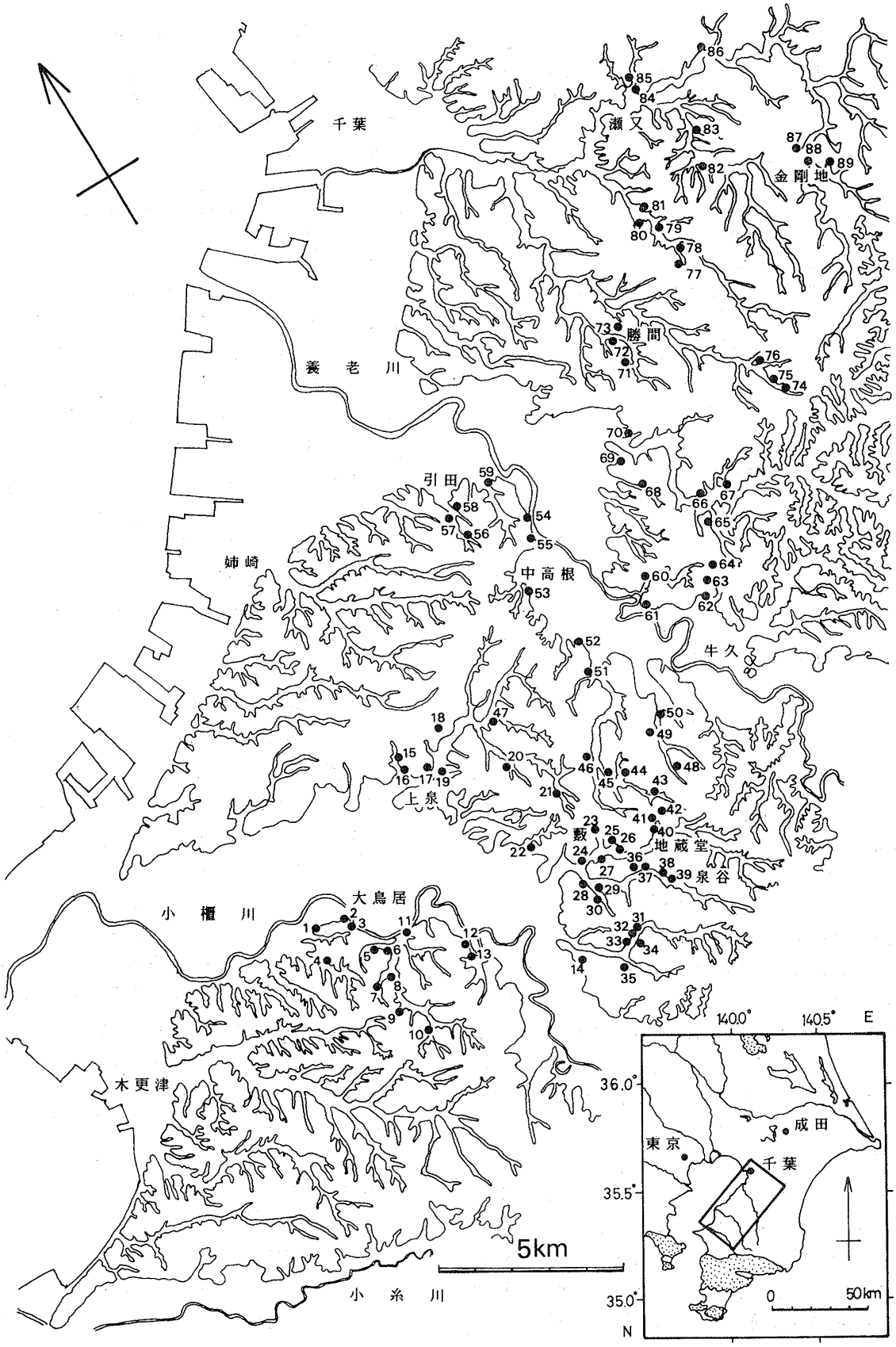
本稿では特に議論の多い上部下総層群を対象に，層序区分を再検討した．検討地域には，論文や資料の多い小櫃川・養老川流域および印旛沼周辺地域を選び，前者の地域については第4～6図に地質柱状図とその対比も示した．これらの資料に基づき新たに検討した層序および従来のそれとの比較を，第1表に示した．以下には各累層の層相や層序関係について，下位層から述べる．

（1）　金剛地層

三土（1937）により現在の市原市金剛地を模式地として命名され，地質図幅に分布が示された．養老川以東では細粒で淘汰のよい砂層を主とするが，養老川以西では泥層を挟み層相は変化しやすい．模式地付近での層厚は50～60 m．徳橋・遠藤（1984）によれば本層には笠森層

NII-Electronic Library Service

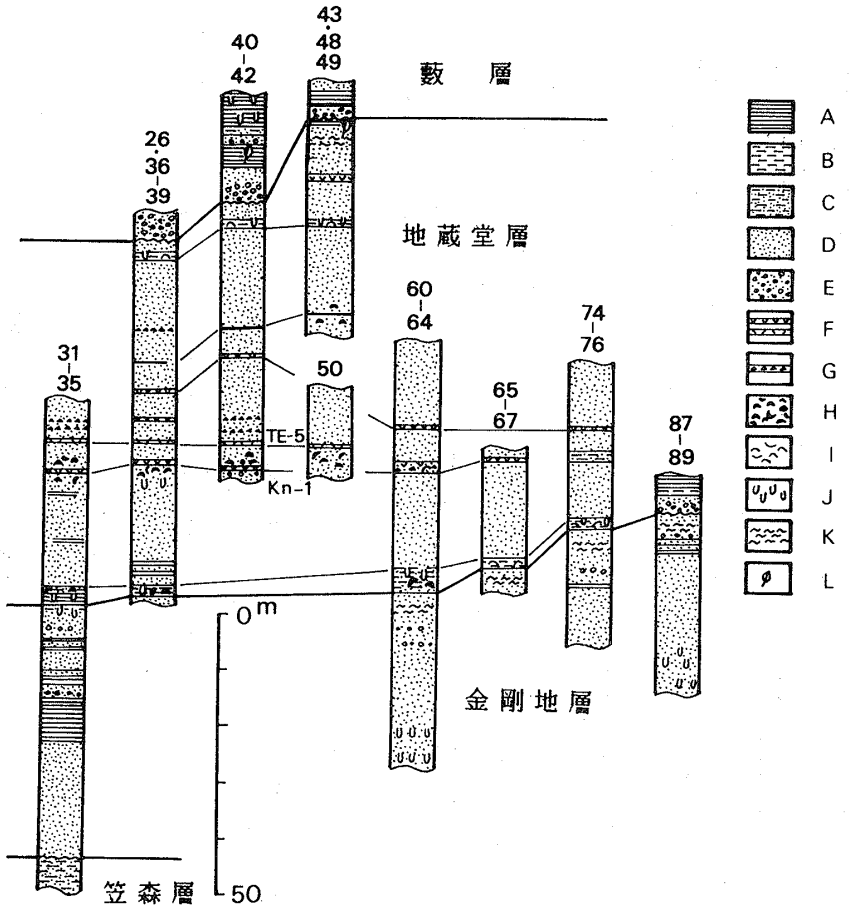
The Geological Society of Japan



第4図　地質柱状図位置図

NII-Electronic Library Service

The Geological Society of Japan



第5図　金剛地層・地蔵堂層の地質柱状図
A：粘土，B：シルト，C：砂質泥・泥質砂，D：砂，E：砂礫，F：酸性凝灰岩（パミス・細粒火山灰），G：塩基性凝灰岩（スコリア），H：貝化石，I：貝化石（モールド），J：棲管，K：ヒメスナホリムシ生痕，L：泥炭
地質柱状図は，複数の地点の層序を総合して作成．地点番号は図1参照．TE-5, Kn-1 は杉原ほか（1978）による鍵層名

中の Ks 5，Ks 6 火山灰層を挟み，下位層とは側方漸移の関係にある．しかし両層の関係は従来も不整合とする説（河井，1961；三梨，1973；杉原ほか，1978など）と，整合とする説（Aoki and Baba, 1977；楡井ほか，1979など）があった．各研究者の指摘する地層境界が同一のものかどうか検討する必要がある．なお，最上部の砂層中には潮間帯の指標ともなるヒメスナホリムシの生痕をふくみ，この上位は地蔵堂層の泉谷泥層（楡井，1981）に整合におおわれる．

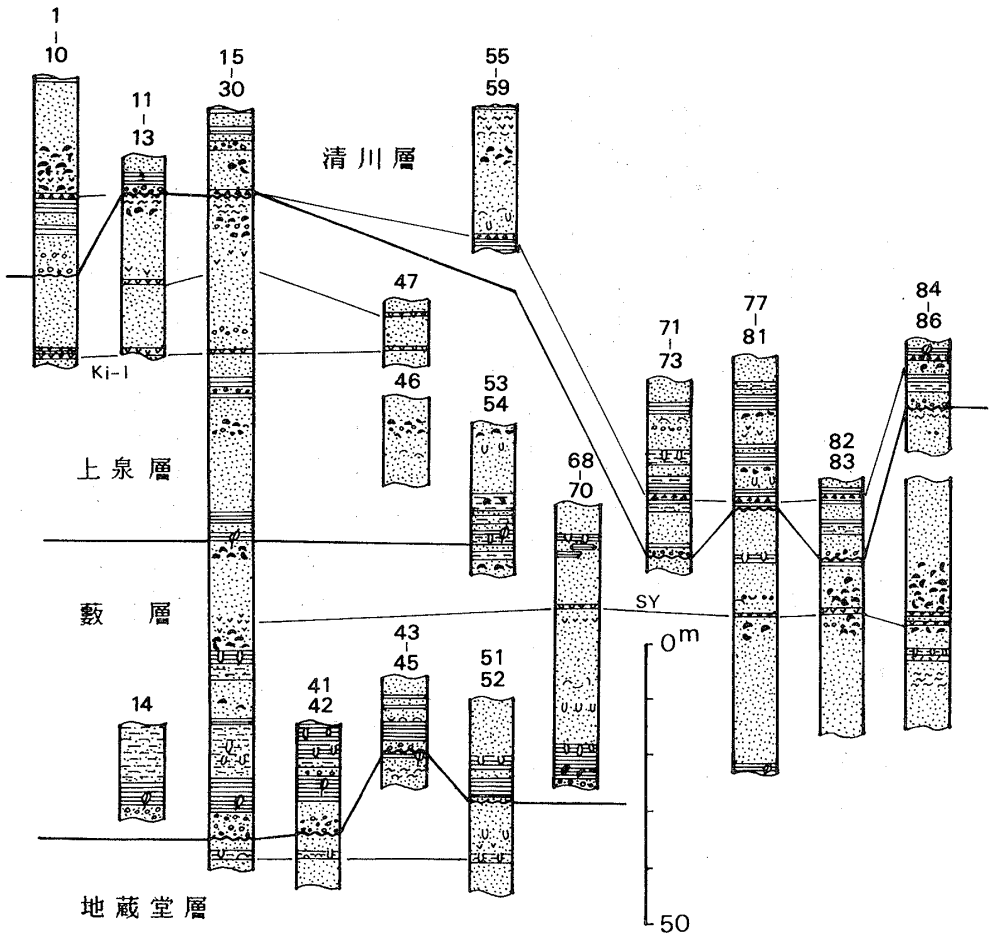
筆者（菊地，1974）はかつて，金剛地層から地蔵堂層にかけて不整合を示す地層境界はない，という理由から累層区分をせず，坂倉（1935），中川（1960），青木ほか（1962 b）の区分と同様に地蔵堂層に一括していた．しかし，近年はこれを独立させる傾向の論文が多いこと，下総層群を2分する泉谷泥層の意味（楡井，1982），サイクロセムの終結を示す最上部のヒメスナホリムシ生痕の存在などを重視して，本層を1累層として独立させることとした．

（2）　地蔵堂層

木更津市地蔵堂を模式地として坂倉（1935）が命名・青木・馬場（1978），徳橋・遠藤（1984）により再定義されたものに当たる．泉谷泥層から藪層におおわれるまでの層準を含み，1サイクロセムをなす．厚さは模式地付近で 70～80 m．泉谷泥層は淘汰不良の泥～砂質泥層で，*Crassostrea gigas*，*Calithaca adamsi* など内湾砂泥底に生息する貝化石を含む．本層の主部は淘汰のよい細粒砂層で，模式地を中心に貝化石を多産する（坂倉，1935；大山，1959；生越，1959；青木ほか，1962 b）．腕足類を伴

NII-Electronic Library Service

The Geological Society of Japan



第6図　藪層・上泉層の地質柱状図
記号は図2に同じ．Ki-1, GoP_1, SY は杉原ほか（1978）による鍵層名

第1表　下総層群の層序区分比較表

本論文		徳橋・遠藤(1984)		Aoki & Baba (1980)		杉原ほか(1978)		菊地(1974；1976)	
姉崎層	常総粘土層	姉崎層	常総粘土	板橋層		姉崎層	下末吉ローム層	(姉崎相)	常総粘土層
				姉崎層					
木下層		木下層		成田層	木下部層	木下層		成田層	
上岩橋層		横田層			上岩橋部層	上岩橋層		上岩橋層	
?									
清川層		清川層			清川部層	清川層		清川層	
上泉層		上泉層		上泉層		藪層		藪層	
藪層		藪層		藪層					
地蔵堂層		地蔵堂層		地蔵堂層		地蔵堂層		地蔵堂層	
金剛地層		金剛地層		成東層					
				金剛地層					

NII-Electronic Library Service

The Geological Society of Japan

う *Glycymeris pilsbry*, *Aequipecten vesiculosus* など暖流系要素で特徴づけられ，注目される．

化石群をふくむ層準は火砕物質に富み，三梨（1973）が Hy 3，Hy 4 と名付けた桃白色細粒の火山灰，およびゴマシオ状粗粒火山灰が特徴的で，それぞれ横浜付近に分布する TE-5，Kn-1 に同定されている（町田ほか，1974）．両火山灰層は横浜南部において海成層（港南層）の頂部をおおい，高海面期に当たると考えられている（杉原ほか，1978）．最上部はヒメスナホリムシ生痕を含む砂層と泥炭を挟む泥層で，藪層の砂礫層に不整合におおわれる．

（3） 藪　層

坂倉（1935）が木更津市藪を模式地として命名．徳橋・遠藤（1984）により再定義されたものにほぼ相当する．層厚は模式地付近で 50～60 m．クロスラミナの著しい砂礫層にはじまり，泥炭層やカキ礁，棲管を伴う泥質層，貝化石を含む砂層からなり，1サイクロセムを構成する．上位は上泉層におおわれるが，不整合を示す明らかな境界はない．中位層準に角閃石を含む軽石層を挟み，杉原ほか（1978）は東京西方の多摩丘陵に分布する多摩ローム層中の GoP_1 に対比している．

筆者は従来，上位の上泉層とは整合であることから藪層に含め全体として2サイクロセムから構成されるとしていた（菊地，1974）．しかし両層を区分する泥層は泥炭を挟み，金剛地層と地蔵堂層の場合と同様，上泉層を分離することとした．

（4） 上泉層

市原市上泉付近を模式地として三土（1973）が命名．少なくとも模式地付近では，青木・馬場（1978），徳橋・遠藤（1984）が定義したものに当たる．層厚は模式地付近で約 60 m である．藪層との境界には明らかな不整合はない．最下部に礫混じり砂層や泥炭層を挟む砂泥互層を伴う．主に淘汰のよい細粒砂層からなり，上部は貝化石を含む．最上部にはヒメスナホリムシ生痕を伴い，1サイクロセムを構成する．養老川以東では清川層により削剝されているものと思われ，分布は不明瞭となる．

（5） 清川層

木更津市東方の清川村（現在は久留里線上総清川駅にその名をとどめている）にちなみ，植田(1930；1969)が命名．模式地は袖ケ浦町大鳥居付近．基底に砂礫層，この上位に泥層，貝化石を多量に含む砂層が重なる．最上部の砂層はヒメスナホリムシの生痕を含む．

菊地（1974；Kikuchi, 1976），杉原ほか（1978）は基底に不整合を認め，青木・馬場（1971）もここに大きな不整合があるとしている．しかし徳橋・遠藤（1984）は部分的な削剝を示すチャンネル構造は認めているものの，不整合としていない．ただし，菊地や杉原らが養老川以東の勝間，瀬又などにおいて清川層とした礫層を，徳橋らは上泉層としている疑いがあり，下位層の削剝量の見積りに差が生じている可能性がある．

（6） 上岩橋層

上岩橋層は槇山（1930）が印旛郡酒々井町上岩橋の化石帯を含む層に対してつけた上岩橋階に由来する．いわゆるエロドナ（ヌマコダキガイ）帯との関係など，層序的には問題があったが，成田研究グループ（1962），青木ほか（1962）は，含ヨコハマチヨノハナガイ泥層を成田層上部層（＝木下層）の最下部層に，また含ヌマコダキガイ泥層を成田層下部層（＝上岩橋層）の最下部層に含めた．しかし後述のように，上岩橋層は木下層とは不整合であることが明らかとなった．

上岩橋化石帯は寒流系浅海内湾の貝化石を含み，木下化石帯とは明らかに異なる（青木ほか，1962 a）．下末吉海進の一つ前の海進堆積物であることは疑いないが，下位層との関係を示す情報に乏しく，海進の始まりを特定する時代や層準が不明である．上岩橋層が主に分布する佐倉市から，下位の清川層の分布する市原市までの間には，利根川水系と東京湾水系を分ける台地があって，層位関係が分かりにくいのである．

杉原ほか（1978）は，多摩Aローム層中の TAm-5 と岩石学的特徴が類似する軽石を養老川・小櫃川流域の数地点で発見し，これを上岩橋層に含めているが断片的で他の地層との関係は不明である．一方，徳橋・遠藤（1984）は小島（1959）の含ヌマコダキガイ泥層中に清川層中の火山灰層に似たものがあるとして，上岩橋化石帯を清川層に含める可能性を指摘しているが，確証はない．

（7） 木下層

木下層の名は，槇山（1930）が矢部（1906）の命名した成田層を化石帯から木下階と松崎階に2分したときの地層名に由来する．戦後，井尻・藤田（1949），小島（1959）が木下や松崎の化石床は同じ成田層の中に含まれることを明らかにし，筆者（菊地，1974；Kikuchi, 1976）は先取権尊重の立場から，木下層ではなく成田層の名を使用するのが妥当と考えてきた．しかし成田層の名は広義に使用されることも多く，近年はむしろ木下層を使用する論文が増えている．このため本稿では，名称にこだわり混乱を招くことより，広義・狭義の区別がない木下層を使用することにした．

NII-Electronic Library Service

The Geological Society of Japan

ところで，青木・馬場（1971）は，清川層基底の不整合は横浜の下末吉層基底の不整合に当たるものとしてこれから上位を成田層とし，これを清川・上岩橋・木下の3部層に分けた．一方，関東第四紀研究会（1970）は模式地の下末吉層の中に溺れ谷状の不整合を発見し，この谷埋め堆積物こそ厳密な意味での下末吉層であるとした．ここに再定義された下末吉層は成田層のどの部分に相当するのか，という問題が生じたわけだが，大森ほか（1972）は整合とされていた上岩橋層と木下層との間に溺れ谷状の不整合を指摘，さらに印旛沼，手賀沼周辺において詳しく調べられ（大久保ほか，1981；真野ほか，1982；黒川ほか，1982；下総台地研究グループ，1984），木下層が下末吉海進の堆積物であることが明らかとなった．

これらの報告によれば，谷埋めの木下層の下部は強内湾の貝化石を含む泥質層からなり，下総台地に広く分布する上部層は，外洋水も流入するより広い湾の堆積物である．最上部の砂層はヒメスナホリムシ生痕を多量に含む（菊地，1972；小山，1983）．層厚は印旛沼付近で15 m以上，木更津付近の木下層は20 m以上と見積られる．

（8） 姉崎層と常総粘土層

下総層群の最上部を構成する地層は，下総台地に広く分布する常総粘土層と，千葉市南西地域にのみ分布する姉崎層である．前者は風成の関東ローム層の下位にある厚さ1～4 mの凝灰質の粘土層で，常陸台地・下総台地において木下層をおおう（小島，1959；菊地，1981など）．この地層の堆積環境は，高師小僧の存在（小島，1959；小玉ほか，1981；菊地，1981など），泥炭層を挟む（中川，1964）などの理由から湿地または沼沢地とみられるが，乾いた陸地とする意見もある（杉原，1979）．

下総台地において，松戸粘土（中川，1964），板橋層（青木・馬場，1978），常総層（小島，1962；小玉ほか，1981）などとされたものは常総粘土層とほぼ同義である．関東ローム研究グループ（1965）は低湿地に堆積

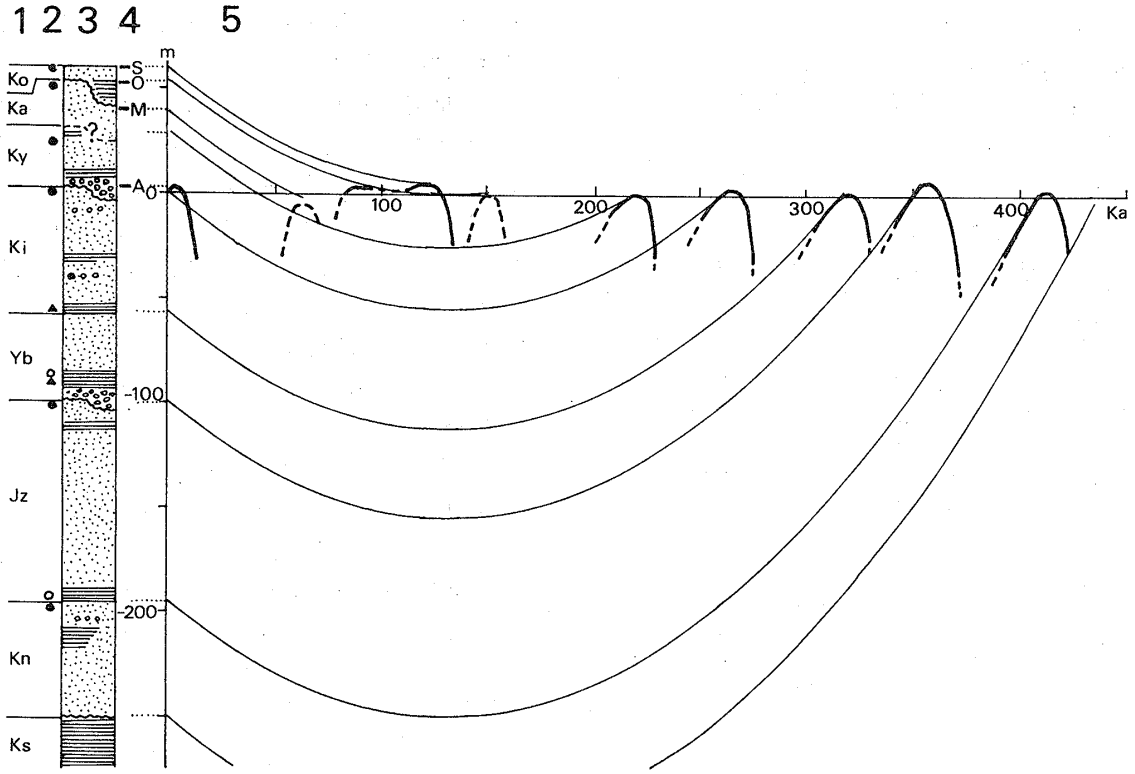
第2表 下総層群の年代に関する資料一覧

試料	年代（Ka）	分析法	文献	備考
地蔵堂層中部				
Shell	330	Ra	(1)	
TE-5	390± 8	FT	(5)	
TE-5	510± 9	FT	(6)	HBP（皆川・町田，1971）は町田ほか（1974）が TE-5 に対比している
HBP	460± 7	FT	(5)	
藪層中部				
Shell	260	Ra	(1)	
GoP_2	310± 5	FT	(5)	GoP（多摩ローム層中）は町田ほか（1974）によれば GoP_1 で，GoP_2 直下にある
Gop	285±28	FT	(2), (4)	
上泉層中部				
TCl-4	243±12	FT	(2), (4)	
清川層下部				
TB-1	246±12	FT	(2), (4)	
TB-1	264±12	FT	(2), (4)	
清川層中部				
Shell	210	Ra	(1)	
TB-7	225±24	FT	(2), (4)	
木下層下部				
TAu-12	147± 9	FT	(2), (4)	
TAu-12	147±11	FT	(2), (4)	
木下層上限				
KIP-8	132±10	FT	(3)	
KIP-6	128±11	FT	(3)	KIP-8.6 は下末吉ローム層最下部に挟まれる

（注） 分析法の Ra は貝殻化石のラセミ化年代，FT はフィッショントラック年代．文献は (1) 秋山・氏家（1976），(2) 町田（1977），(3) 町田・鈴木（1971），(4) 鈴木（1976），(5) 鈴木・杉原（1983），(6) 徳橋ほか（1983）

NII-Electronic Library Service

The Geological Society of Japan



第7図　下総層群（上部）の層序から得られた海面変動曲線

1　地層名Ko：木下層，Ka：上岩橋層，Ky：清川層，Ki：上泉層，Yb：藪層，Jz：地蔵堂層，Kn：金剛地層，Ks：笠森層

2　浅海化を示す層準　●：ヒメスナホリムシ，▲：泥炭，○：カキ礁

3　基準地点（姉崎南方深城）における地質柱状図

4　段丘　S：下末吉面，O：小原台面，M：姉崎面，A：沖積面

5　海面変動曲線の求め方　太線：海面変動曲線，細線：地盤運動曲線

海面変動曲線は KIKUCHI（1977）の方法により求められた．すなわち，基準地点の姉崎南方の深城では，上泉層の堆積面（260 Ka）は海面の高度（0 m）にある．この地点では上泉層堆積後に沈降し，その後上昇して再び海面の高さに到達したと考えられる．またこの間に形成された木下層の堆積面（125 Ka）は，海抜 5 m（菊地，1987）の高度から 60 m に変位している．これらの数値にもとづき，台地の地盤運動式

$$h_p = 3.259\times10^{-9}t_p^2 - 0.847\times10^{-3}t_p + 60$$

が得られる．ここに，h_p は木下層堆積期の古海面高度（5 m），t_p は上泉層堆積後木下層までの期間（135 Ka）である．基準地点における基準柱状図は，地表調査とボーリング資料から断面図を描き求められた．また各層の浅海化，あるいは削剝の層準は現海面高度付近に存在したものと仮定し，運動曲線を 260 Ka 以前の過去に外挿して海面変動曲線を求めた．

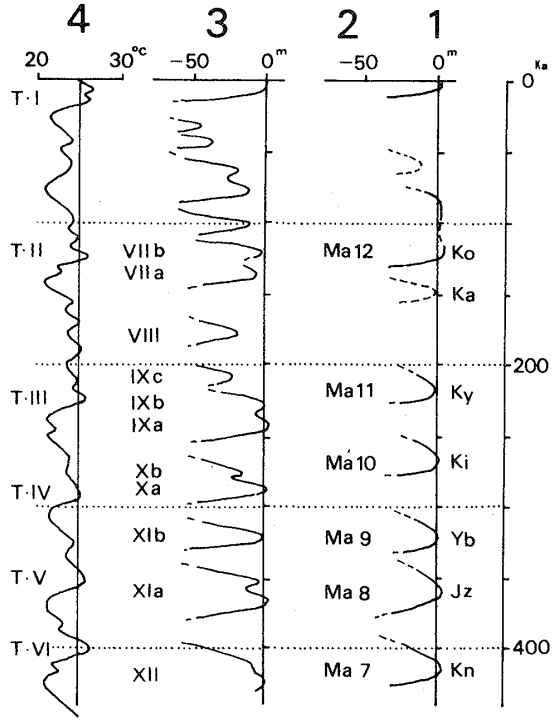
した下末吉ローム層とした．菊地・羽島（1969），杉原（1970）が使用した「常総粘土層」は，竜ケ崎砂礫層をおおうものに限っている点で本稿の常総粘土層とは異なる．また徳橋・遠藤（1984）は最上部の粘土のみを常総粘土としている．

この時期の海面低下に関連する堆積物には，下総台地北部や常陸台地に分布する河成の竜ケ崎砂層（中村・福田，1953；貝塚，1958；杉原，1970；大森ほか，1972など）がある．竜ケ崎砂層と木下層は一部に不整合関係がみられるものの，霞ケ浦南方において両者は指交関係である，海退期の古鬼怒川水系の扇状地および三角州の氾濫原堆積物とされる（上杉ほか，1977；菊地，1981など）．

一方，竜ケ崎砂層とほぼ同時期の堆積物である姉崎層は養老川・小櫃川流域の台地地域にのみ分布する砂泥互層で，青木ほか（1970）により成田層に不整合に重なる厚さ約 20 m の水成堆積物とされ，汽水ないし淡水棲珪藻化石を含む（堀口・大原，1971）．新井ほか（1977），杉原（1979）は介在する軽石により下末吉ローム層と対比，この時期のユースタティックな海面上昇に伴う陸

NII-Electronic Library Service

The Geological Society of Japan



第8図 他地域の海面変動曲線との比較
1：下総層群（上部）の層序から得られた海面変動曲線（本論文）
2：大阪層群の海成粘土層準との対比案
3：パプアニューギニア，フォン半島の隆起サンゴ礁から得られた海面変動曲線（Chappell, 1974）との比較
4：ターミネーション（Broecker and van Donk, 1970）との比較

水の影響の強い三角州堆積物とした．これに対し菊地（1972）は，姉崎層堆積直前に海面低下の証拠はないことから古東京湾の離水が遅れた地域の堆積物と考えたが，その後本層は房総半島の北西の傾動運動とは異なる陥没運動によって堆積したものとみなし，姉崎層を堆積させる海面の上昇は考えなくてもよい，とした（菊地，1981）．

下総層群の堆積と氷河性海面変動の問題

下総層群の堆積を第四紀の海面変動史と関連させた議論は，1960年代に Naruse（1961），中川（1961），生越（1967），関東第四紀研究グループ（1969）などによりなされた．しかし，隆起サンゴ礁の年代や古海面高度に関する情報（例えば Broecker et al., 1968；Chappell, 1974）が増して以降，改めて検討された論文は必ずしも多くない（例えば Kikuchi, 1977；杉原ほか，1978）．このため新たな層序区分の提案をもとに，下総層群の堆積と汎世界的な海面変動との関係について考察した．その際，特に以下の点を考慮した．

(1) 堆積相と堆積深度（環境）とを関係づけるために，潟またはこれより高位の沼地などに堆積した泥炭層はサイクロセムの最下部あるいは最上部を，また潮間帯に形成されたヒメスナホリムシの生痕化石（菊地，1972）はセイクロセムの最上部を規定する環境指示者として利用した．下位層を削剝しトラフ型のクロスラミナをもつ河成と思われる砂礫層は，サイクロセムの基底をなすものとした．貝化石にもとづく環境の推定には，潮間帯に生息する種で現地性のもの（例えばカキ礁など）以外はあまり参考とならず，できるかぎりこれを避けた．

(2) 植物化石など堆積時の古気候に関する情報を参考にした．しかし，資料としては多くはない．古東京湾内の沿岸流の流入は，地形により湾口が北あるいは南へと変化した疑いがあり，著しい高温などの特徴を示すもの以外は，貝化石種が示す古水温から古気候を推定するという方法はできるかぎり避けた．

(3) 海成段丘の分布など古海岸線（古地理）に関する資料により海進の規模を推定し，下総層群の堆積環境推定の参考とした．これは(2)とも関わるのでより広域の資料を集めるのがよいが，確実な対比が要求される．

(4) フィッショントラック年代などの年代測定，あるいは年代が知られている地域の地層との対比など，年代に関する資料を参考にした（第2表）．特に，西方の大磯丘陵などに年代が測定される火山砕屑物があり，杉原ほか(1978）によりこれらとの対比がなされている．

(5) 下総層群の地質構造から堆積深度や地殻変動の要素を取り除き，海面変動量を求めた．ただし，この地域には海成段丘は分布しないため，一般の沿岸地域でしばしばなされている海成段丘の高度から隆起量を差し引き古海面高度を得る，という方法は適用できない．

なお，上記(5)の問題については，房総半島における特殊な地質構造を考慮する必要がある．房総半島の一般的な地質構造は，海進堆積物からなる各累層が不整合を挟みながら順次上方に累重し，かつ全体として次第に緩くなりつつ北西方向に傾く将棋倒し構造である．筆者はかつて，房総半島の地質構造は沈降地域が北西に移動し，次第に隆起地域が拡大するというモデルを設定した上で地盤運動量を計算で求め，地質層序からこれを差し引いて海面変動曲線を描いたことがある（Kikuchi, 1977）．今回新たな資料を加えることにより，再度この方法により海面変動曲線を求めた（第7図）．なお，各高海面期の高度は，現海面に近い位置にあると仮定したが，地蔵堂層

NII-Electronic Library Service

The Geological Society of Japan

の時代には高温期を想定してやや高くしてある．

この結果各層を堆積させた高海面期として，金剛地層では約 420 Ka，藪層では約 320 Ka，上泉層では約 270 Ka，清川層では約 220 Ka，上岩橋層では約 150 Ka，木下層では約 130 Ka という値が得られたが，このうち藪・上泉・清川・木下の各層ではフィッショントラック年代など年代値と比較的よい対応をみせている．しかし，地蔵堂層ではやや年代値の方が古くでている．

第8図には，大阪層群との対比，およびサンゴ礁地域から得られた海面変動曲線の例として，CHAPPELL (1974) によるパプアニューギニア，フオン半島の曲線，また深海底コアの有孔虫殻から推定された温度変化曲線の例として，BROECKER and VAN DONK(1970) の曲線を併記した．現段階ではこれらの曲線との対比についての議論はやや無理があるが，少なくとも2つの海面変動曲線に類似点がみられることは注目してよいと思われる．

文　献

秋山雅彦・氏家良博，1976：イソロイシンのラセミ化と地質学への応用（その2）—関東地方の更新世化石を例として—．地球科学，**30**，186–189.

青木直昭，1964：房総半島の鮮新世—更新世浮遊性有孔虫化石群．地質雑，**70**，170–179.

AOKI, N., 1968: Benthonic foraminiferal zonation of the Kazusa Group, Boso Peninsula. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N.S.*, **70**, 238–266.

————, 1969: Notes on the stratigraphic distributions of some planktonic foraminiferal species in the Kazusa Group, Boso Peninsula. *ibid.*, **74**, 81–88.

青木直昭・粟野俊昭・福沢　章・堀口　興・池田宣弘・木野崎セツ子・小池桂子・小池敏夫・森由紀子・杉山悠紀子・鈴木雅子・吉村　文，1962 a：成田層の貝化石について．地質雑，**68**，314–346.

————，馬場勝良，1971：木更津—市原地域の瀬又，上泉および成田層の貝化石群とその産出層準．地質雑，**77**，137–151.

————，————，1978：成田層の古地理．筑波の環境研究，no. 3，187–197.

————，堀口　興・馬場勝良，1970：房総，姉ケ崎—千葉市付近更新統．地質雑，**76**，303–308.

————，池田宣弘・杉山悠紀子・粟野俊昭・堀口　興・小池珪子・吉村　文・川瀬嶺子・西川正子，1962 b：地蔵堂層および藪層の模式層序と貝化石群の再記載．地質雑，**68**，507–517.

AOKI, N. and BABA, K., 1977: Remarks on the lower Pleistocene "Naganuma unconformity" in the Boso Peninsula, central Japan. *Ann. Rep. Inst. Geosci., Univ. Tsukuba*, no. 3, 11–15.

新井房夫・町田　洋・杉原重夫，1977：南関東における後期更新世の示標テフラ層—特性記載とそれに関連する諸問題—．第四紀研究，**19**，19–40.

浅野　清・房総三浦研究グループ，1958：房総半島並びに三浦半島新生代層群の浮遊性有孔虫による対比．有孔虫，**9**，34–39.

房総研究グループ，1957：房総半島新生代地層群地史区分（予報）．有孔虫，**7**，32–37.

BROECKER, W.S., THURBER, D.L., GODDARD, J., KU, T.L., MATTHEW, R.K. and MESOLELLA, K.J., 1968: Milankovitch hypothesis supported by precise dating of coral reefs and deep sea sediments: *Science*, **159**, 297–300.

BROECKER, W.S. and VAN DONK, J., 1970: Insolation changes, ice volumes, and the O^{18} record in deepsea cores. *Rev. Geophys. space Phys.*, **8**, 169–198.

CHAPPELL, J., 1974: Geology of coral terraces, Huon Peninsula, New Guinea: A study of Quaternary tectonic movements and sea level changes. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, **85**, 553–570.

原　雄・楡井　久，1988：黄和田のフィッショントラック年代．地質学会95年学術大会講演要旨，106.

HAY, J.D., SAITO, T., OPDYKE, N.D. and BUEKLE, L.H., 1969: Pliocene-Pleistocene sediments of the equatorial Pacific: their paleomagnetic, biostratigraphic, and climatic record. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **80**, 1481–1541.

堀口　興・大原一男，1972：房総，木更津—千葉地域の姉崎層および成田層から産する珪藻化石群．地質雑，**78**，281–287.

井尻正二・藤田至則，1949：化石床（Fossil Enclosure）（新称仮称）—化石の成因，特に化石の堆積機構の研究．地球科学，no. 1，29–37.

石和田靖章，1956：東京ガス田．石油技協誌，**21**，132–142.

————・三梨　昂・品田芳二郎・牧野登喜男，1971：日本油田・ガス田図10「茂原」—5万分の1—．地質調査所.

ITIHARA, M., KAMEI, T., MITSUNASHI, T., SUZUKI, K. and KUWANO, K., 1973: The basis of the Plio-Pleistocene boundary in Japan. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, **16**, 25–49.

貝塚爽平，1958：関東平野の地形発達史．地理評，**31**，59–85.

関東第四紀研究グループ，1969：南関東の第四系と海水準変動．地団研専報，no.15，日本の第四系，173–200.

関東第四紀研究会，1970：下末吉台地およびその周辺地域の地質学的諸問題．地球科学，**24**，151–166.

関東ローム研究グループ，1965：関東ローム—その起原と性状．378p. 築地書館.

河井興三，1961：南関東ガス田地帯についての鉱床地質学的研究．石油技協誌，**26**，212–266.

菊地隆男，1972：成田層産白斑状化石生痕とその古地理学的意義．地質雑，**78**，137–144.

————，1974：関東地方の第四紀地殻変動の性格．垣見・鈴木編〝関東地方の地震と地殻変動〟，129–146，ラティス.

NII-Electronic Library Service

The Geological Society of Japan

KIKUCHI, T., 1976: Stratigraphy and geological structure of the marine Pleistocene of the Boso Peninsula, Japan, and relative changes in sea level from the Middle to Late Pleistocene. *Geogr. Rep. Tokyo Metrop. Univ.*, no. 11, 133–146.

————, 1977: Pleistocene sea level changes and tectocic movements in the Boso Peninsula, Central Japan. *ibid.*, no. 12, 77–103.

菊地隆男, 1981：常総粘土層の堆積環境. 地質学論集, no. 20, 129–145.

————, 1987：最終間氷期の古海面高度—〝常識〟に対する疑問 (2)—. 関東の四紀, no. 13, 65–73.

————・羽鳥謙三, 1969：古海岸平野研究への提言—海岸平野としての関東洪積台地—. 地質学会76年大会討議資料「海岸平野」, 141–146.

菊池良樹, 1964：南関東地方の新第三系および第四系の微化石層位学的研究. 東北大学地質古生物教室邦文報告, no. 59, 1–36.

小玉喜三郎・堀口万吉・鈴木尉元・三梨 昂, 1981：更新世後期における関東平野の地塊状造盆地運動. 地質学論集. no. 20, 113–128.

小島伸夫, 1959：印旛沼周辺の成田層群について—成田層群の研究 第3報—. 地質雑, **65**, 595–605.

小島伸夫, 1962：印旛沼南方から大網白里町に至る地域の成田層群について—成田層群の研究 第4報—. 地質雑, **68**, 676–686.

小山修司, 1983：ヒメスナホリムシ (*Excirolana chiltoni japonica* (THIELMANN)) の生痕化石の方向性による古地理復元の新方法. 地質雑, **89**, 117–123.

黒川 彰・成田層古環境団研, 1982：木下層基底の埋積谷とその層準. 地質学会89年学術大会講演要旨, 26.

町田 洋, 1977：火山灰は語る. 蒼樹書房, 324 p.

————・新井房夫・村田明美・袴田和夫, 1974：南関東における四紀中期のテフラの対比とそれに基づく編年. 地学雑, **83**, 22–58.

槙山次郎, 1930：関東南部の洪積層. 小川博士還暦記念論文集, 307–382.

真野勝友・渋谷正通・福田芳生・成田層古環境団研, 1982：木下層埋没谷および相当層準の化石群. 地質学会89年学術大会講演要旨, 27.

皆川紘一・町田瑞男, 1971：南関東の多摩ローム層の層序. 地球科学, **25**, 164–176.

三土知芳, 1937：7万5千分の1地質図幅「茂原」. 地質調査所.

三梨 昂, 1973：南関東・新潟地区における中新世から洪積世にいたる堆積盆地の変遷. 地球科学, **27**, 48–65.

————・菊地隆男・鈴木尉元・平山次郎・中嶋輝允・岡 重文・小玉喜三郎・堀口万吉・桂島 茂・宮下美智夫・矢崎清貴・影山邦夫・奈須紀幸・加賀美英雄・本座栄一・木村政昭・楡井 久・樋口茂夫・原 雄・古野邦雄・遠藤 殻・川島真一・青木 滋, 1979：特殊地域図 (20)「東京湾とその周辺地域の地質」, —10万分の1—, 地質調査所.

MITSUNASHI, T., NAKAGAWA, H. and SUZUKI, Y., 1976: Guide book for excursion No. 2 Boso Peninsula. *1st. Intern. Congr. Pacific Neog. Strat.*, 82p., Tokyo.

三梨 昂・安国 昇・品田芳二郎, 1959：千葉県小櫃川の上総層群の層序—養老川・小櫃川流域地質調査報告—. 地質調査所報告, **10**, 83–98.

————・矢崎清貴, 1958：火砕鍵層による房総・三浦両半島の新代層の対比 (第1報). 石油技協誌, **23**, 16–22.

————・————・影山邦夫・島田忠夫・小野 暎・安国 昇・牧野登喜男・品田芳二郎・藤原清丸・鎌田清吉, 1962：日本油田・ガス田図4「富津—大多喜」—5万分の1—. 地質調査所.

中川久夫, 1960：地蔵層および藪層. 地質雑. **66**, 305–310.

————, 1961：本邦太平洋沿岸地方における海水準静的変化と第四紀編年. 東北大学地質古生物教室研究邦文報告, no. 54, 1–61.

————, 1964：東京湾沿岸地域の地形発達史. 海洋地質, 3, 1–10.

————・新妻信明・早坂 功, 1969：房総半島新生代地磁気編年. 地質学. **75**, 267–280.

NAKAGAWA, H. and NIITSUMA, N., 1977: Magnetostratigraphy of the Late Cenozoic of Boso Peninsula, central Japan. *Quart. Res.*, **7**, 294–301.

————, ————, MITSUNASHI, T., ODA, M., TAKAYAMA, T. and SAKAI, T., 1982: Plio-Pleistocene stratigraphy in Boso Peninsula, central Japan. *National Subcommission on the Pliocene-Pleistocene Boundary, Japanese Branch of INQUA in the Science Council of Japan*, 70–80.

中川久夫・新妻信明・尾田太良・高山俊昭・徳永重元・的場保望・北野 洋・小泉 格・酒井豊三郎, 1984：第三系—第四系境界模式層序の提唱と対比. 地質学会第91年学術大会講演要旨, 105.

中村一夫・福田 理, 1953：常総台地の地形および地質 (演旨). 地質雑, **59**, 319.

成田研究グループ, 1962：下末吉海侵と古東京湾. 地球科学, nos. 60•61, 8–14.

NARUSE, Y., 1961: Stratigraphy and sedimentation of the late Cenozoic deposits in the southern Kanto region, *Japan. Jap. Jour. Geol. Geogr.*, **32**, 349–373.

楡井 久, 1981：堆積盆中の地下水流動史と地殻変動—南部関東構造盆地を例として—. 杉山ほか編, 堆積盆中の流体移動. 151–174, 東海大出版会.

————, 1982：Fore-arc Basin としての関東構造盆地とyビーム地震帯. 地団研専報, no. 24, (島弧変動), 79–95.

————, 1988：関東前面弧盆地. アーバンクボタ no. 27, (投稿中)

————・古野邦雄・黒川 彰・磯部光一・鈴木善計, 1987：万田野寒冷期植物群と山砂利採取層. 地質学会94年学術大会講演要旨, 543.

————・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, 1972：船橋市の地下

NII-Electronic Library Service

The Geological Society of Japan

地質と地盤沈下観測井．千葉県公害研究所研究報告．**1**，47-74.

————・————・————・古野邦雄，1975：東京湾東岸地下における上総層群中の不整合現象について．地質雑．**81**，559-565.

————・————・————・————・稲葉良一・吉田憲一・稲葉賢，1979：下総層群の地質層序について（その1）—特に牛久から地蔵堂付近にかけての地質層序について—．地質学会86年学術大会講演要旨，65.

NIREI, H., KUSUDA, T., MITSUNASHI, T. and KIKUCHI, T., 1987: Stratigraphic studies of the Pleistocene in the Boso Peninsula facing the Pacific, central Japan. *1st. Intern. Colloquium on Quaternary Stratigraphy of Asia and Pacific Area*, 32-42.

新妻信明，1976：房総半島における古地磁気層位学．地質雑，**82**，163-181.

尾田太良，1975：浮遊性有孔虫化石からみた房総半島上部新生界の古地磁気記録の時代的解釈．地質学，**81**，645-647.

生越　忠，1959：千葉県君津郡富来田町当日の地蔵堂層砂層から産する軟体動物化石について．地質学，**65**，31-45.

————，1967：南関東における更新世の海進および海退について．佐々保雄教授還暦記念論文集，57-70.

太久保紀雄・真野勝友・成田層古環境団研，1981：木下・小林付近の木下層の再検討．地質学会88年学術大会講演要旨，79.

大森昌衛・大久保紀雄・古環境グループ，1972：千葉県木下付近の化石床について—成田層の古環境の研究(2)．地質学会79年学術大会講演要旨，157.

大西郁夫，1969：房総半島・上総層群の花粉フロラ．地球科学，**23**，236-242.

OPDYKE, N.P., BURCLE, L.H. and TODD, A., 1974: The extension of the magnetic time scale in sediments of the central Pacific ocean. *Earth Planet. Sci. Let.*, **22**, 300-306.

大山　桂，1959：千葉県養老川・小櫃川地区の化石群．地調月報，**10**，99-102.

坂倉勝彦，1935：千葉県小櫃川流域の層序（その1），（その2）．地質雑，**42**，685-712，753-784.

下総台地研究グループ，1984：千葉県手賀沼周辺地域における木下層基底の形態と層相の関係．地球科学，**38**，226-234.

杉原重夫，1970：下総台地西部における地形の発達．地理評，**43**，703-718.

————，1979：下総台地南部，木更津—千葉付近の下末吉面と小台面．明治大学人文科学研究所紀要，1978第17冊，1-24.

————・新井房夫・町田　洋，1978：房総半島北部の中・上部更統のテフクロノロジー．地質雑，**84**，583-600.

鈴木正男，1976：過去をさぐる科学—年代測定法のすべて．講談社，234 p.

————・杉原重夫，フィッション・トラック年代からみた上総層群の鮮新／更新世境界．第四紀学会講演要旨集，no. 13, 69-70.

徳橋秀一・檀原　徹・遠藤秀典・磯田邦俊・西村　進，1983：フィッション・トラック法を用いた若い年代測定の試みと問題点—房総半島上総・下総両層群の火山灰層を対象として—．地調月報，**34**，241-269.

————・遠藤秀典，1984：姉崎地域の地質．地域地質研究報告（5分の1図幅），地質調査所，136 p.

植田房雄，1930：房総半島北部の地質（摘要）．地質雑，**37**，250-253.

————，1969：房総半島北部の地質，堆積輪廻（その2）．東洋大学紀要，教養・自然，no. 12, 25-120.

————，1973：房総半島北部の地質，堆積輪廻（その3）．東洋大学紀要，教養・自然，no. 16, 57-108.

上杉　陽・遠藤邦彦・岡　重文・菊地隆男・羽鳥謙三・府川宗雄，1977：関東地方の第四紀構造盆地の形成過程に関する一考察．地質学論集，no. 14, 133-149.

氏原　温，1986：鮮新—更新統上総層群産浮遊性貝類群集と古水温変遷．地質雑，**92**，639-651.

矢部長克，1906：東京付近の第三紀及洪積期層に付て．地質雑，**13**，187-192.

NII-Electronic Library Service