

千葉県ガス田地域における微化石層位学的研究

樋 口 雄

目 次

	頁		頁
I 緒 言	2	第4表 X-1号井有孔虫化石頻度表	附表
II 謝 辞	2	第5表 Y-40号井有孔虫化石頻度表	"
III 研究史	3	第6表 TR-1号井有孔虫化石頻度表	"
IV 研究方法	5	第7表 千葉県下ガス田における主要ガス層 分布	40
V 房総半島東岸の地表における上総層群 の岩相層序	9	第1図 房総半島東岸の地表地質図	4
VI 地表および九十九里沿岸地域地下を中 心とした微化石層序の概要	12	第2図 掘り屑上昇時間計算図表	7
1. 底棲種による zonule 区分	12	第3図 掘り屑およびコアーによる微化石頻 度の比較	8
2. 浮游性有孔虫の概要	16	第4図 電気検層図による砂層厚算出の例	9
VII 九十九里沿岸の各坑井における微化石 層序と対比	17	第5図 千葉県下ガス田における主要坑井位 置図	13
1. D-28号井	17	第6図 九十九里沿岸地域の坑井対比図	
2. OT-2号井	18	第7図 国本層化石相図	27
3. X-1号井	19	第8図 梅ヶ瀬層化石相図	27
4. Y-40号井	20	第9図 大田代層化石相図	28
5. TR-1号井	21	第10図 黄和田層化石相図	28
6. 総 括	23	第11図 国本層等層厚図	30
VIII 各 zonule の古環境の考察およびその 地域的变化	24	第12図 梅ヶ瀬層等層厚図	30
IX 千葉県ガス田地域内における上総層群 各層の層厚と岩相	29	第13図 大田代層等層厚図	31
X 千葉県ガス田地域の上総層群堆積の地 史と地層生成過程に関する考察	38	第14図 黄和田層等層厚図	31
XI 微化石層序を基礎にした鉞床地質学的 考察	39	第15図 大原層以下等層厚図	32
XII 要約および結言	42	第16図 国本層等砂層厚図	32
参考文献	44	第17図 梅ヶ瀬層等砂層厚図	33
附表および附図		第18図 大田代層等砂層厚図	33
第1表 九十九里沿岸地域の標準微化石層序 ..	15	第19図 黄和田層等砂層厚図	34
第2表 D-28号井有孔虫化石頻度表	附表	第20図 国本層含砂層率図	34
第3表 OT-2号井有孔虫化石頻度表	"	第21図 梅ヶ瀬層含砂層率図	35
		第22図 大田代層含砂層率図	35
		第23図 黄和田層含砂層率図	36
		第24図 大原層以下含砂層率図	36

I 緒 言

千葉県下の天然ガス田は、いわゆる南関東ガス田地帯の東半部を占め、同県夷隅郡大原町附近、市原郡五井町附近およびほゞこれを東西に結ぶ線附近から以北のほとんど県下全域にわたるガス田地帯からなる。

南関東ガス田地帯は、関東地方における第三紀後半および第四紀初頭の大きな堆積盆地のほゞ南半部を占め、天然ガスはこの堆積盆地を構成する鮮新統ないしは一部洪積統を貯留層として胚胎する。この堆積盆地は、中新統およびそれ以下の諸層を基盤として東京を中心にはゞ 80 km 四方にわたって発達するもので、その主要構成員である鮮新ないし洪積統のいわゆる上総層群* と称する一連の砂泥互層が、天然ガスの貯留ならびに生成の上に大きな役割を果している。すなわち南関東ガス田地帯の主要な鉱床は、いずれもこの上総層群の中に発見されたものであり、新潟ガス田とともにわが国における最大級のガス田の一つを形造っている。

このガス田地帯には、すでに知るごとく数多くの試、探掘井が存在する。すなわち現在稼行されつゝある主な地域は、茂原・大多喜・白里・成東・横芝・成田・千葉・船橋・市川・江東・川崎等の広範な地域にわたり、需要の増加と相まって開発面積は現在なお拡大されつゝある。これらのガス田地帯において、現在までに極めて大きな比重を占めているのは、千葉県下におけるガス田であって、開発の実績・生産量とも他県の追随をゆるさぬものがあり、したがって試・探掘井の数も多く地下の諸地質学的資料も極めて豊富である。なかでも九十九里沿岸地域、とくに茂原を中心とした地域を筆頭に、白里・成東・横芝等にわたる一帯は、一般に比較的ガスのポテンシャルも高く、しかも地理的条件に恵まれている故もあって、開発はいちじるしく進んでいる。

筆者は数年来、主として千葉県下の天然ガス田を対象とした諸坑井について、おもに微化石層位学的研究およびそれにもとづく鉱床地質学的研究を行ないつゝある。すでにこの種の研究に関しては、石和田・河井・菊池等** により、数多くの研究報告がなされているが、こゝに筆者自身がとりあつかった微化石層位学的資料の中から、とくに対比の精度が高く、ほとんど最終的結論に近いものが明らかにされていると判断される九十九里沿岸の断面について微化石層序の内容および対比について報告するとともに、あわせて内陸地域においてすでに報告された諸坑井の微化石資料を参照し、さらに微化石層序にもとづく推定される古環境条件を配慮しつゝ、また帯別された各微化石帯を基礎に、上総層群各層の分布・厚さおよび岩相変化の状態などを考慮しつゝ、これらの諸層の生成過程に関して検討を行ない、あわせてこれらの地層について鉱床地質学的観点から若干の考察を試みたいと思う。

II 謝 辞

本研究を実施するにあたり、東北大学浅野清教授・工業技術院地質調査所石油課長石和田靖章博士・同第二研究室長福田理博士・東京大学河井興三助教授・帝国石油株式会社中央技術研究所菊池良樹博士・東北大学畑井小虎教授等よりは、常に適切な御教示・御忠言あるいは御鞭撻を賜わった。これらの諸氏の御指導は本研究の指針となり、また研究遂行上まことに欠くべからざるものであった。

また東北大学岩井淳一教授・同金谷太郎助教授・同高柳洋吉博士をはじめ、同学理学部地質学古生物学教室の諸先生・諸先輩よりは、本稿起草にあたって御懇篤なる御忠言・御指示を賜わった。

* 上総層群とは伊田一善(1956)が三浦半島を模式地として定義し河井興三(1961)が房総半島東岸から養老川流域にわたる地域を模式として南関東堆積盆地内に分布する同層準の地層群について再定義したものである。

** 文献 18, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 31, 32, 35, 36

また元石油資源開発株式会社探鉱部探鉱第一課長松永孝博士をはじめ、同社の関係者各位・帝国石油株式会社・ドリリング工業株式会社等の関係者各位よりは、有益なる資料の提供や適切なる御助言を賜わり、本研究の遂行に資するところ極めて大であった。

さらに関東天然瓦斯開発株式会社は、本研究発表にあたって格別の配慮を賜わり、同社技術部企画課長上野道隆氏・同部長付品田芳二郎氏・同開発課長椎名清氏・同管理課長本間敏夫氏等よりは、筆者に対しあたゝかい激励を賜わった。

日本大学講師田代修一博士よりは、本研究着手以前から、とくに鉱床地質学的資料の取りあつかい、考察のすゝめ方等について種々有益なる御教示を賜わった。

関東天然瓦斯開発株式会社技術部開発課近藤頼男氏・同小野高俊彦氏には資料整理に関して格別の御助力を賜わった。

ここにこれらの諸氏の御厚情に対し、衷心より深甚なる謝意と敬意とを表するものである。

III 研究 史

ガス田における諸研究の歴史は、そのガス田自体の開発・探鉱の歴史と表裏一体をなすものであって、決して切りはなして考えることはできない。したがって本項においては、千葉県下における天然ガス田開発の経緯の概略を述べながら、それとともに実施された地質学的・微化石層位学的諸研究の足跡をふりかえってみたいと思う。

千葉県下における天然ガス開発の歴史は、1931年同県夷隅郡大多喜町における大多喜天然瓦斯株式会社（現関東天然瓦斯開発株式会社）の創設にはじまる。従来県下各地に多く知られていたいわゆるガス徴から、表土の直下に貯留されているいわゆる上ガスを民家の燃料用として使用していた例は数多くあったが、はじめて掘削機をもちい、上総層群の地層を対象として本格的な坑井を掘削しはじめたのはこの頃からである。下って1935年、同社は長生郡茂原町（現茂原市）に進出し、開発の規模は一段と拡張されるとともに、天然ガス開発の舞台は九十九里沿岸平野に移された。

1945年太平洋戦争終結とともに、わが国は未曾有の燃料不足に見舞われ、代替燃料資源開発の必要性が強調されてきた。そのような時代の要請にこたえ、鉱山局石油資源開発促進委員会では、茂原・大多喜地区の天然ガス調査計画を立案、実施し、これに従事した幾多の研究者は、おのおの層位学的・古生物学的・鉱物学的・鉱床地質学的諸調査を実施し、茂原周辺の地表における実際の開発の基礎資料としてのガス田地質は、一応集大成されるに至った。

これよりさき、1937年三土知芳* は、地質調査所より1/75,000の茂原図幅を出版し、茂原附近の地表の層位学的研究および地層区分の結果を報告しているが、そのご現在に至るまで、この三土のおこなった地層区分はほとんどそのまま適用されている。

また1938年浅野清** は、房総・三浦両半島における有孔虫化石群の総合的研究を発表しているが、これが当地域のまとまった微古生物学的資料としては最初のものである。

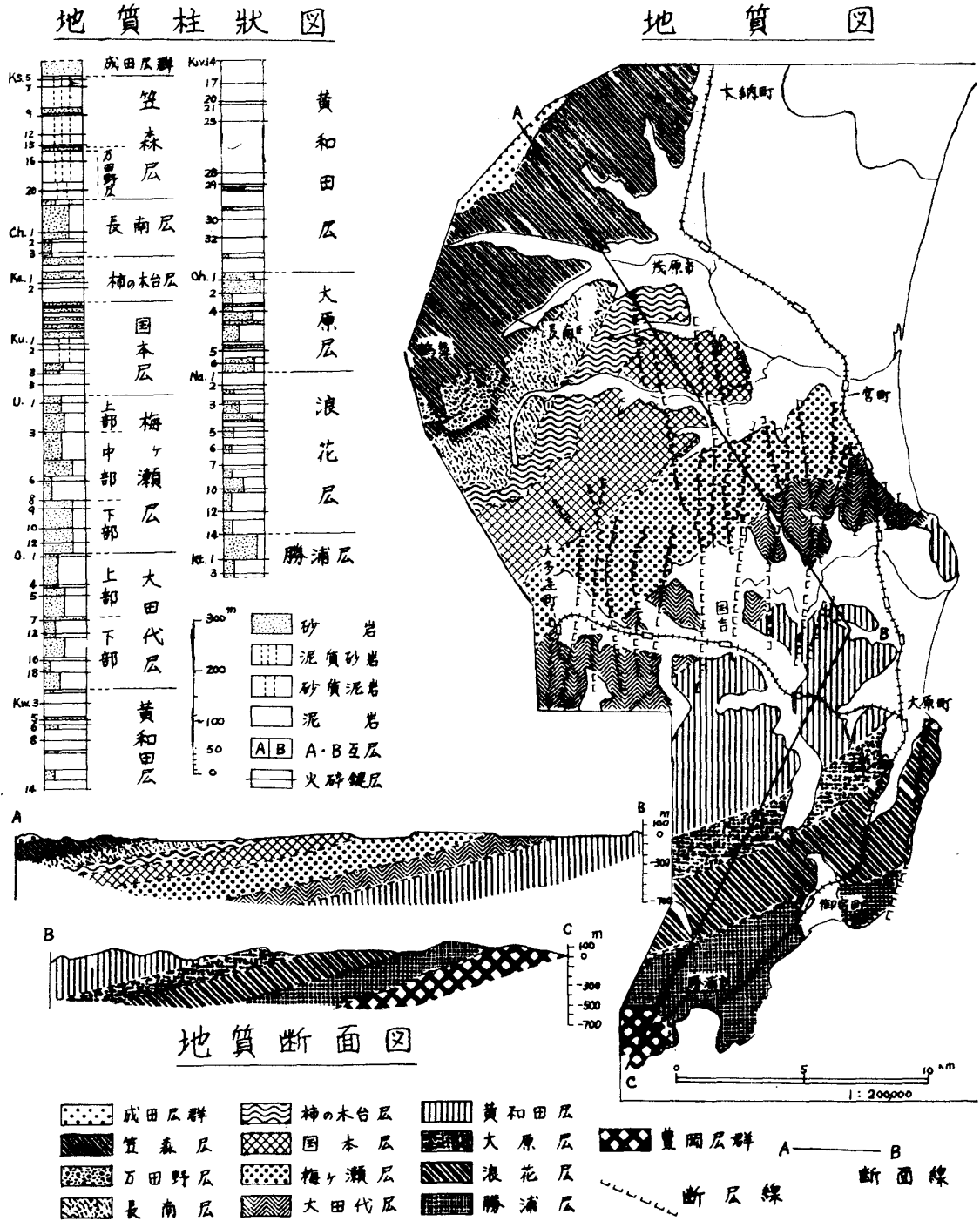
さて上記石油資源開発促進委員会による調査結果中、とくに石和田靖章・内尾高保*** によっておこなわれた微化石層序の研究により、底棲有孔虫による微化石分帯の基礎は一応確立され、これによって公表された分帯および各帯別化石群の内容は、千葉市以東地域における坑井の微化石資料との対比の上に現在なお使用されており、実際の微化石作業上極めて重要な資料となっている。

1951年～1952年には、隣接の東京都江東地区ならびに県下船橋地区、千葉地区に試・探掘井が

* 文献 45

** 文献 2

*** 文献 18, 19, 28, 62, 63



第1図 房総半島東岸の地表地質図

掘削された。こえて1954年には飯岡 R-1 号井が完成し、この結果後年の石和田等* の報告によって九十九里ガス田の北限における微化石層序が明らかにされるに至った。

また1954年には東金 R-1 号井が、1955年には横芝 R-1 号井が掘削され、これも石和田等の報告** により、九十九里沿岸地域中央部から北部へかけての微化石層序を知る上に大きな足がかりを与えた。

* 文献 7,24,25

** 文献 20,23

1956年、折しも産業界においては、化学工業の原料用として天然ガス利用の有利性が認識され、従来の燃料用のみの範囲をこえて新たに原料用ガスの開発が促進されるに至った背景のもとに、茂原地区では大量の天然ガス開発が開始され、開発面積は日を追って拡大されるに至った。1957年大多喜天然瓦斯株式会社は、関東天然瓦斯開発株式会社と商号を変更し、本格的な天然ガス開発会社として再発足し、同年以降生産量を急上昇させるとともに、九十九里沿岸地域の各所に試・探掘井を掘削した。これらの中でも1958年に完成した長生郡長生村市ヶ谷におけるD-28号井、1960年に完成した同郡同村鷲におけるOT-2号井、下って1962年の山武郡九十九里町におけるX-1号井等は、天然ガス探鉱の上からも、微化石層位学的見地からも極めて重要な意義を有する坑井であったということが云えよう。これらの諸坑井掘削の結果、とくに微化石層位学的見地からいえば、九十九里沿岸地域地下におけるものは、ほぼその全容があきらかにされるに至ったと云い得る。

また1959年以降帝国石油株式会社は、県内各地に多数の鉱区を取得し、小見川R-1号井をはじめとして、旭・多古・菱田・成東・佐倉・四街道等の各地に試、探掘井を掘削し、これらの結果は未発表のものも含め、菊池等の手による多数の報文によってあきらかにされており、内陸部の微化石層位学的知識も次第に明白なものになってきた。

また1960年市原郡市原町において関東天然瓦斯開発株式会社の掘削したK-6号井により、内湾地区の微化石層序の基準も一応あきらかにされ、内外房の地下の微化石による対比も容易におこなうことが判明した。

筆者は1962年、石和田および菊池とともに、これら県下の諸坑井の微化石資料を概括的にまとめることにより*、南関東ガス田の地下地質構造・対比等につき、あきらかにされた事実を報告したが、この結果南関東ガス田地帯における応用面における微化石層序の骨組みは一応形造られたといえるであろう。

また1963年に筆者および菊池**は、これまでの諸坑井の資料から、地層生成過程に関する考察をこゝろみ、あわせて千葉市以西地域において、はじめて完全な形で記録された船橋FR-18号井の微化石層序の資料と対照させつゝ、鉱床地質学的見地から上総層群の探鉱に関して一私見をのべ、これらに関する予察的報告をおこなったが、実際に微化石資料を基礎に鉱床地質学的観点から、その鉱床を構成する地層の生成および鉱床としての性格等に言及したのはこれが最初のことである。

このように千葉県下のガス田については、古来実に数多くの研究者がそれぞれの見地からこれを研究対象としてとり上げ、その知識もかなり豊富なものとなっているが、緒言にも触れたように、千葉県下をはじめとして南関東における天然ガスの需要はなお増加の一途をたどっており、これにともなってさらに開発規模が拡大されることにより、さらにこの種の研究にはより精密にして且つ正確なる結果を求めて今後も発展を続けなければならぬ責を負わされているという事ができるであろう。

IV 研究 方 法

坑井の微化石層序により対比をおこなう場合に、その基準となるものはもとより地表における同種資料であることは勿論である。筆者は本研究に着手するにあたって、これら既存の地表資料を整理検討したが、本研究であつかった地下の資料と最も密接に結びつき得ると考えられる房総半島東岸の地表に関する資料としては、前項においてのべた石和田・内尾等の研究がある。この研究にお

* 文献 26

** 文献 16

いて石和田等は別に金原・三梨・品田*等によって凝灰岩を鍵層として追跡して、かなりの高精度をもって作成された地表地質柱状図にもとづき、およそ20~40m間隔に採集した岩石試料から選別した化石試料にもとづく微化石層序を発表しているの、対比の基準には同資料をそのまま使用することにした。ただし同資料は黄和田層中部以上の上総層群の各層についてのみ報告がおこなわれているので、黄和田層中部以下については、1958年品田および筆者**が、前記の石和田等の調査とは同程度の精度をもっておこなった地表地質調査結果をもとに、筆者が作成した微化石層序を使用した。

また本研究の主要資料である九十九里沿岸地域地下の微化石層序については、関東天然瓦斯開発株式会社が、1958年から1962年にかけて掘削した試・探掘井にもとづいたものである。

さらに本研究においては、千葉市以東の地域との対比および地層生成過程に関する考察等をおこなうため、市原町における関東天然瓦斯開発株式会社の坑井資料をはじめ、すでに公表された地質調査所・帝国石油株式会社その他の手による坑井資料も参照した。

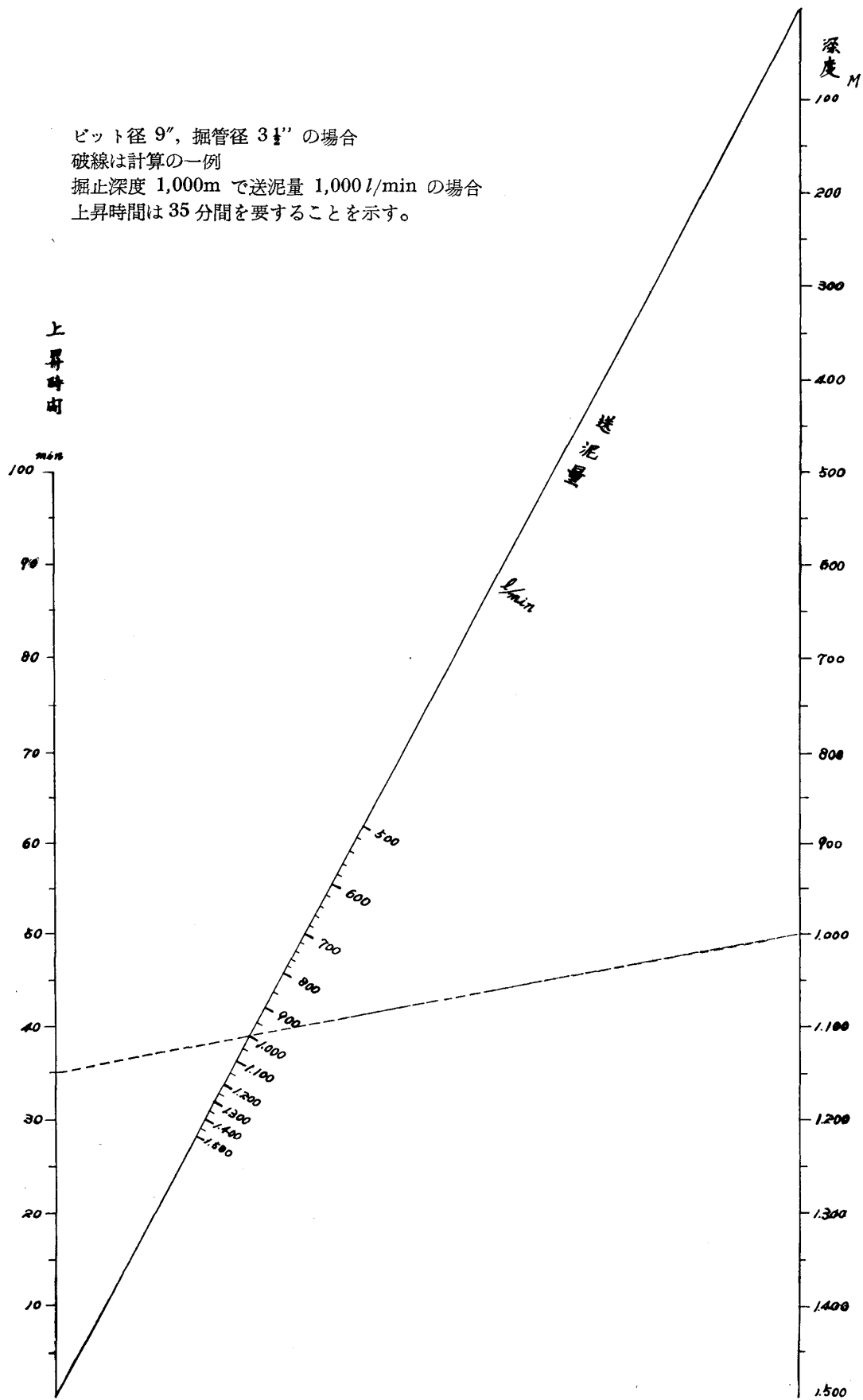
また古環境に関する考察に際しては、比較的最近におこなわれた現生有孔虫に関する生態学的諸研究資料を参照した。

おのおの坑井よりの化石資料については、ほとんどすべて掘削泥水とともに地表に排出される掘り屑をもちいた。従来坑井の微化石調査にはコアをもちいるのが普通であって掘り屑による調査は精度が低いと一般に考えられていたが、実際に水溶性ガス田においては、ガスコストの低減のために、コアの採集はあまりおこなわれないのが実情であり、掘り屑採集の精度を高める必要性が痛感された。そこで筆者は、1本あたり6mの掘り管を3本分すなわち18m掘進するごとに削手に依頼して坑井内を徹底的に洗滌せしめ、しかるのちに循環泥水とともに溢出した掘り屑をマッド・スクリーンの上で採集する方法をとった。また洗滌の際、少しでも掘り屑が坑井内部に残存していると所定深度のものとの混在するおそれがあるので第2図のような図表をもちい、掘進中の深度にしたがって循環泥水が坑口まで達する時間を計算し、所定時間を経たのちに採集を行なうことにした。このような方法による精度を確かめるため、当初におこなったD-28号井における微化石作業の際に掘り屑による資料をチェックするため、850mより坑底の1300mまでの間に13箇のコア採集をおこない、コアによる資料と掘り屑による資料とを比較検討した結果第3図に示すように、ほとんどその精度には変りのないことを確認したので、その後の調査はすべて掘り屑により、とくに必要と考えられる場合においてのみコアを使用した。このような掘り屑採集方法をとったため、採集間隔は一応18mないし20mを基準としたが、掘削工程の都合などで必ずしも原則通りおこなわなかった場合もある。

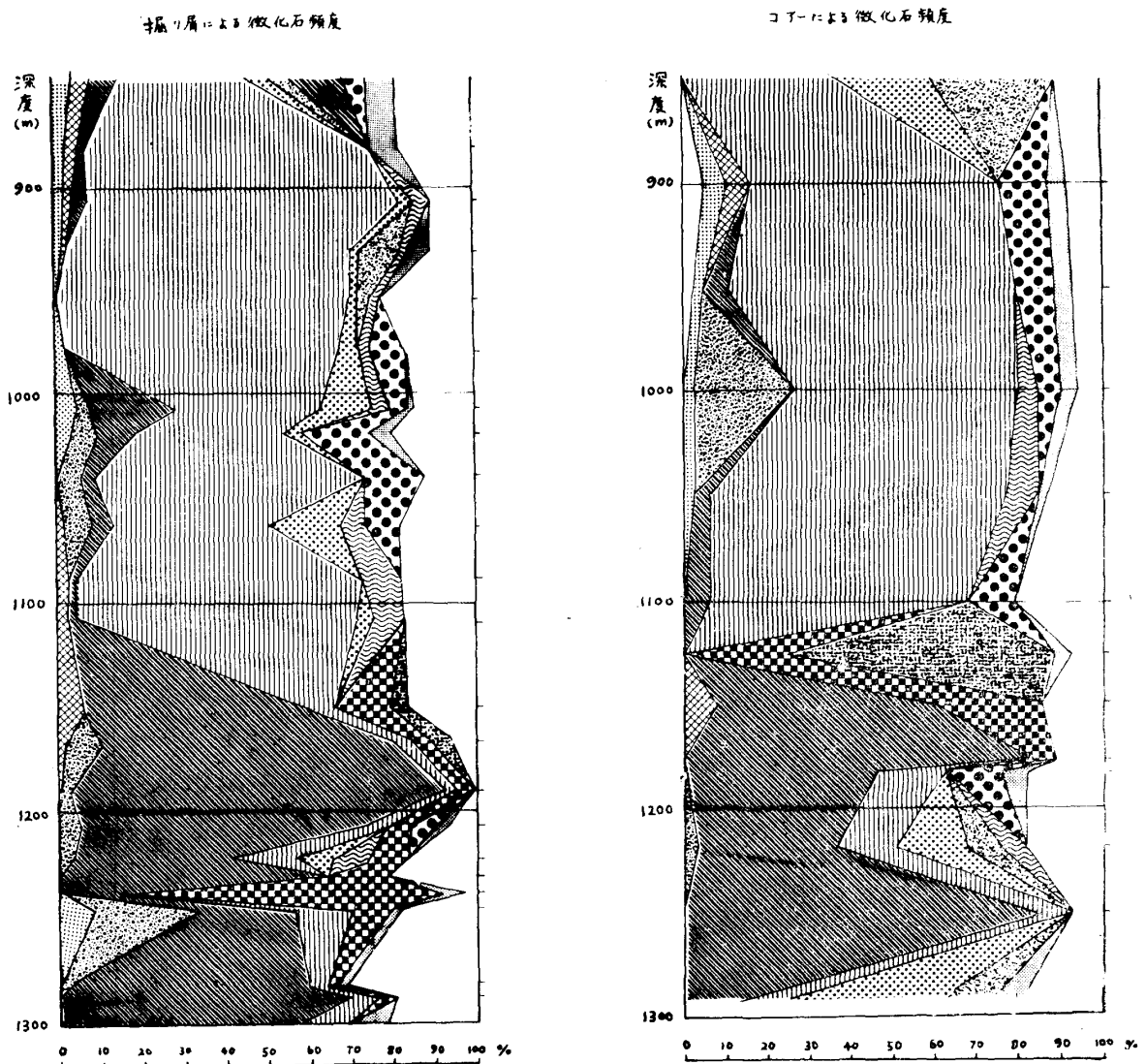
各試料ごとに採集した掘り屑は約2kgで、この中から約100gを粉砕し、120メツシユの篩上で水洗し、四塩化炭素で浮選して検鏡に供した。100gの試料中の有孔虫化石については、その全個体より無作為に底棲種約100個体を拾い出し、分類して資料とした。また浮游性種については、これとは別にあつかったが、これについてはとくに定量的とりあつかいはおこなわず、定性的に内容を知るにとどめた。底棲種をおもにあつかった理由は、新第三紀後半以降の同一堆積盆地内における比較的せまい範囲の、しかもかなり細かい分帯を要する作業の場合、浮游性有孔虫は実用上の価値が極めて少ないことからである。ことに南関東ガス田においては、浮游性種による地層大区分の境界は、底棲種による帯別の境界と一致を見せており、この事実からも、少なくとも千葉市以東における千葉県下のガス田地域における対比にあたっては、底棲種のみを使用しても大きな錯誤をおかすことはないと考えられる。しかし千葉市以西地域においては、後述のように層準によって底棲種の変

* 文献 28,46,55

** 文献 57



第2図 掘り層上昇時間計算図表



第3図 掘り屑およびコアによる微化石頻度の比較 (D-28号井における例; 凡例は第6図と同じ)

相がいちじるしいため、浮游性種とあわせ検討することにより、対比の正確を期した。

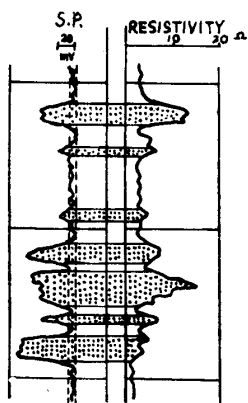
千葉県下のガス田を構成する上総層群の地層は、ほとんどすべて砂泥互層よりなるが、実際に定量的処理の対象とした有孔虫化石は、すべて泥岩もしくは砂質泥岩中のものとした。これは第一に経験的に砂層中の有孔虫化石群集は、いずれの層準においてもほとんど大きな変化をみせておらず、したがって実際の対比の目的にはほとんど実用上の価値がないことを知るとともに、また第二には上総層群中の砂層のできかたには後述するように原地生成のものと二次的に運搬堆積されたものと二通りあるが、いずれの場合でもそれらの一次的な堆積の場の環境にはほとんど差異がないと考えられるので、したがって地層生成過程等考察の際にも砂層中の有孔虫化石群の顔ぶれによって生成条件を云々することは極めて困難であると考えられたためである。

これらの理由から泥岩中の有孔虫化石のみについて定量的処理をおこなえば、本研究の目的のためには充分であると判断されたのである。

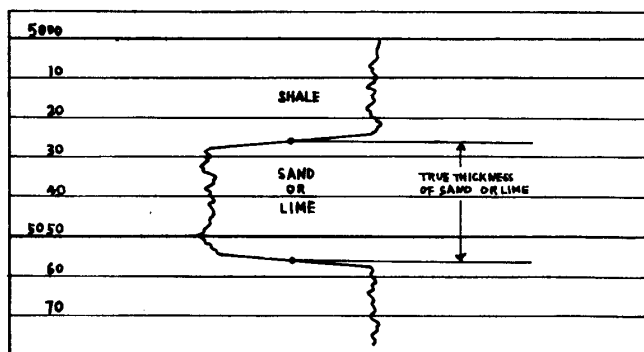
また各坑井の岩相の認定には、電気検層図を用いた。とく砂層厚の算出には自然電位法によるいわゆる SP 曲線を使用した。これは S.J. Pirson がその著書* の中で、いわゆる有効層厚算出の際

* 文献 49

に、gamma ray log のカーブに対して採用した方法を準用したもので、SP 曲線の砂層部における kick の上下の midpoint をとり、その間を一枚の砂層の厚さとするものである (第4図参照)。このような方法を普通の SP 曲線によっておこなった場合、厚さの精度そのものには幾分問題があると考えられるが、実際に地表におけるいわゆる尺取りによる砂層厚算出結果と、地表露出部に近い地域の坑井の露頭部分と同層準のものを比較検討した場合、それほど大きな誤差はないものと認められ、また実際の SP 曲線からの算出は、すべて筆者自身がおこなっているもので、相対値としての精度にはほとんど問題ないものと考えられる。



Krumbein & Sloss: Stratigraphy and Sedimentation より



Pirson: Elements of Oil Reservoir Engineering より

第4図 電気検層図による砂層厚算出の例

V 房総半島東岸の地表における上総層群の岩相層序

房総半島東岸における岩相層序に関しては、すでにのべたように三土の研究により層序区分が確立され、それが現在もほとんどそのまま適用されている。また、これの応用上の基礎資料としての調査結果は、金原等の研究をはじめとして未発表のものを含め数多くの報告がみられる。以下これらの報告をもとに房総半島東岸の岩相層序について略述する。

上述の諸調査結果にもとづく房総半島東岸の上総層群の地層区分は、上位より笠森層・長南層・柿の木合層・国本層・梅ヶ瀬層・大田代層・黄和田層・大原層・浪花層・勝浦層の10の層からなっている。こゝでとくに断わっておきたいことは、こゝに列挙した各層がすべて厳密な意味で formation の定義にあてはまるものであるか否かは非常に問題があるということである。しかし本論文においては、現在天然ガスの探鉱・開発の実務の便宜上採用しているこのような地層区分を一応そのまま認め、すべて層と仮称してとりあつかうことにする。

これらの諸層はすべて整合関係をもって重なり、走向はほぼ北東—南西で北に大よそ 3° ないし 15° の傾斜を示す。傾斜は南部すなわち下位層程急で、北部すなわち上位層ほどゆるやかになっている。これらの諸層を西に追跡すると、大原層以下の諸層は、東岸より西に向って薄くなり、養老川までの間に尖滅している。また黄和田層以上の各層は、養老川より西に向って漸次その厚さを減じている。また黄和田層以上の諸層の岩相変化の一般的傾向としては、西へ行くほど粒度組成が粗になっている傾向を示すことが認められる。

以下上記の各層別に岩相・層厚等の概略をのべる。

1) 笠森層

三土知芳* (1933) により命名された笠森層、坂倉勝彦** (1935) の笠森泥層に万田野礫層を含め

* 文献 45

** 文献 51,52

たもの、および金原均二他 9 名* (1949) の笠森累層に相当する。

本層の分布地域は、山武郡成東町から長生郡大網白里町、長南町の北から鶴舞町に達し、さらに西にのびて房総西岸の周南層・佐貫層に達する。層厚は約 300 m、岩質はおもに青灰色を呈する砂質泥岩ないしは泥質細粒砂岩からなり、中に数枚の白色凝灰岩・軽石質凝灰岩および軽石層をはさむ。一般に西に向って粗粒となり、鶴舞町以西では下部は万田野砂礫層となるが、東部はほとんど一様な無層理の泥岩で、下部にゆくに従がい砂の混り工合がやゝ多くなっているのが見受けられる。傾斜は 2° ないし 4° と緩く、北西に傾斜する。

2) 長南層

三土知芳 (1933) の長南層にはゞ一致し、金原他 9 名 (1949) の長南累層に相当する。

本層は茂原市石神・長南町須田附近に分布する。前項の笠森層に整合におおわれ、下位の柿の木台層を整合におおい、その西の延長は長南町の南久留里附近を通過して小糸川以西では万田野砂礫層におおわれている。層厚は茂原附近で約 140 m ないし 180 m で、下部は細粒砂層と泥層ないし極細粒の砂質の泥層との互層で、含砂層率** は 30 ないし 40 % 以上であるが、中部および上部では時に数米に達する砂層を夾在し、含砂層率は 40 ないし 60 % におよぶ。本層は西に向って粗粒となり、砂層の粒度・含砂層率共に大となる。

3) 柿の木台層

植田房雄 (1930) 渡辺久吉 (1932) 三土知芳 (1933) の柿の木台累層にはゞ一致し、金原他 9 名 (1949) の柿の木台累層に相当する。分布地域は茂原市早野より長南町葛田に至る間で、西の延長は根古屋附近から君津郡久留里町附近にわたり、養老川以西では市宿砂層に漸移する。上位の長南層に整合におおわれ、下位の国本層を整合におおい、層厚は 100 m 内外で北西に 3° ないし 4° 傾斜する。上部は細砂泥互層と泥層との複互層、下部は灰色ないし青灰色の細粒砂質塊状泥層よりなり白色凝灰岩層、粗粒浮石質火山砂層および浮石層を夾在する。

4) 国本層

植田房雄 (1930) の国本層および金原他 9 名 (1949) の国本累層に相当する。

分布地域は茂原市下永吉より、上小野田・睦沢村妙楽寺に至る地域で、西の延長は君津郡清和村に至り、小糸川以西では市宿砂層におおわれる。上位の柿の木台層、下位の梅ヶ瀬層とともに整合関係をもって接し、北西に 3° ないし 7° 傾斜する。層厚は 200 ないし 300 m、岩質は上部は砂勝砂泥厚互層および細粒砂質泥層、中部は厚砂混り砂泥互層および細粒砂質泥層、下部は厚砂混り砂泥互層で泥層は塊状である。

5) 梅ヶ瀬層

植田房雄 (1930) の梅ヶ瀬層および金原他 9 名 (1949) の梅ヶ瀬累層に相当する。

分布地域は一の宮町より岬町天王前、夷隅町荻原に至る間で、西の延長は大多喜町を経て清和村西日笠におよび、西日笠以西では、市宿砂層におおわれる西日笠層に漸移する。上位の国本層および下位の大田代層とはいずれも整合関係をもって接し、北西に 4° ないし 8° 傾斜する。層厚は約 310 m、岩相は含厚砂砂泥互層で中部は上半が砂勝砂泥互層、下半が泥勝砂泥互層、下部は砂勝砂泥互層よりなる。また本層中には多数の白色ないし淡桃色細粒凝灰岩層ないし浮石質粗粒凝灰岩層・浮石質火山砂層・浮石層等を夾在する。

6) 大田代層

植田房雄 (1930) の大田代層、金原他 9 名 (1949) の大田代累層に相当する。分布地域は東浪

* 文献 29

** 層厚に対するその中に夾在する砂層の厚さの割合：従来これに対してしばしば含砂率という言葉がもちいられて来たが、これは岩質の表示と混同されるおそれがあり、誤解を招きやすいと思われるので、筆者は本論文においてはこの言葉を用いることにした。

見より夷隅町根方附近にわたり、西の延長は高溝泥層に移化する。上位の梅ヶ瀬層・下位の黄和田層とはいずれも整合関係をもって接し、北西に 4° ないし 7° 傾斜する。層厚は200ないし210 m, 岩相は泥勝砂泥互層と砂勝砂泥互層との複互層よりなる。本層中にも多数の白色凝灰岩・浮石質粗粒凝灰岩の層を夾在する。

7) 黄和田層

植田房雄(1933)の黄和田層, 金原他9名(1949)の黄和田累層に相当する。

分布地域は岬町大東岬より, 大原町大和田附近, 大原西北部にかけてあるが, 西の延長は養老・小櫃川流域より, 松丘村附近に達し, 西に向っていちじるしく層厚を減ずる。上位の大田代層に整合におおわれ, 模式地においては下位の黒滝層を整合におおうが, 房総東岸においては大原層をこれも整合におおっている。層厚は東岸においては約600 mに達し, 岩相はほとんど一様な灰色泥岩で, 細粒および微細粒の砂岩および多数の白色細粒ないし浮石質凝灰岩層を夾在する。最下部附近では幾分砂層の発達が見られるが, 一般的に含砂層率は5%以下である。

8) 大原層

三土知芳(1937)の大原層・河井興三他3名(1950)の大原累層に相当する。

分布範囲は夷隅郡大原町より南西方向にのび, 勝浦市野々塚附近において, いわゆる黒滝不整合の不整合面に収斂するかたちで尖滅する。房総東岸においては, 上位の黄和田層および下位の浪花層とはいずれも整合関係をもって接する。走向は北東一南西, 傾斜は北西に 10° ないし 12° である。層厚は東岸において約200 m, 岩相は上半は砂勝砂泥互層, 下半は砂勝砂泥互層と泥勝砂泥互層の厚互層よりなる。また数枚の火山碎屑物層を夾在するが, ところにより異常堆積を示す岩相が発達する。

9) 浪花層

小池清(1949)の浪花泥岩層には相当すると考えられる。

分布範囲は房総東線浪花駅附近より御宿駅北にかけこの地域から西南にのび, これも勝浦市野々塚附近で黒滝不整合面に収斂するかたちで尖滅する。房総東岸においては, 上位大原層, 下位勝浦層とはいずれも整合関係をもって接し, 走向は北東一南西, 北西に 10° ないし 15° 傾斜する。層厚は東岸において約325 mに達し, 岩相は上半下部に約50 m程度砂勝砂泥互層を含む以外はほとんど一様に泥勝砂泥互層である。また多数の火山碎屑物層を夾在し, 異常堆積相の発達は上位の大原層に比してより顕著である。

10) 勝浦層

沢田秀穂(1939)の勝浦層には相当すると考えられる。植田房雄(1933)は黒滝不整合直上の凝灰岩・凝灰質砂岩からなる一連の地層を野々塚凝灰岩層とよび, 河井興三(1961)はほぼこれに相当する地層を野々塚層と呼んだが, 筆者は本論文においては, この地層を含めて黒滝不整合に至る全層を一括して勝浦層としてとりあつかうことにした。

分布地域は房総東線御宿駅のすぐ北から, 同じく鶴原駅附近の黒鼻海岸にかけてであり, 西方に急速に層厚を減じ, 前記野々塚西方において尖滅している。層厚は東岸より西にかけての減少が急激であるため, あまり正確ではないが, おおよそ100 mないし300 mに達すると考えられる。岩相は上部は凝灰質の砂勝砂泥互層であるが, 下部はいちじるしく不安定な堆積相を示し, 凝灰岩・凝灰質砂岩・礫混り砂質泥岩等が不規則に発達している。さらに乱堆積相の発達が甚だしく, 上位大原層とは整合関係をもって接していると考えられるが, 走向, 傾斜は上位のものとは若干異なっており, 下部上総層群の特殊な堆積物と考えられる。

以上房総半島東岸の地表における上総層群各層の分布・層厚・岩相等について略述したが, これらの諸層は九十九里沿岸地域およびその他の地域の地下においては場所によりかなりいちじるしい層相の変化を見せている。詳細は第IX項において述べるが, 梅ヶ瀬・大田代層は茂原附近の地下

においては地表とほぼ同様の岩相を呈し、同地域における最も主要なガス貯留層となっているが、東方海岸に向っては含砂層率を減じ、とくに梅ヶ瀬層は東金附近以北においては完全に泥勝砂泥互層に変化している。また黄和田層は北西に向って含砂層率を増し、東金・横芝地域では主要なガス貯留層の一つになっている。さらに大原層以下の諸層は、いずれの地域においても比較的変相が少なく、ほとんど一様な砂勝砂泥互層を呈し、上位層に比してガスのポテンシアルティは高くはないが、やはり独立したガスの貯留層として稼行の対象にされている。

VI 地表および九十九里沿岸地域地下を中心とした微化石層序の概要

房総半島東岸の地表における微化石層序に関しては、黄和田層以上については石和田靖章・内尾高保*、大原層以下については筆者等**の研究によりその大要が明らかにされている。また浮游性有孔虫に関しては、浅野清をはじめとする房総・三浦研究グループ***による総合的研究により、年代論・古気候論等に関して注目すべき見解が提出されており、最近では菊池・高山等****による詳細な研究が報告されている。

以上これらの研究結果にもとずき、地表の微化石層序を基礎として、同時に後に詳述する九十九里沿岸地下の微化石層序および、すでに公表された他地域の坑井資料を念頭におきつゝ千葉県下ガス田（千葉市以東の地域*****に限る）の微化石層序について略述する。

1. 底棲種による zonule 区分

本論文では有孔虫化石による分帯の単元として便宜上 zonule なる名称を用いることにした。zonule なる用語は、従来わが国においては、zone として明確に規定することができないような化石帯に zonule なる名称を附して便宜的にとりあつかって来た傾向が強かったようである。本論文における zonule も南関東ガス田地域の微化石層序をとりあつかう際の手段として、地表の基準層序と坑井、あるいは坑井相互間の対比の際の最小有効単元、すなわち一般に群集構成上最も頻度の高い種をもって代表される対比に有効な化石群集に対して附したものであって、ほとんどの場合その最も高頻度な種名（特別の場合は属名）を冠して呼称するものである。この点に関しては、さきに石和田・菊池および筆者*****が、南関東ガス田の微化石層序を総合的にまとめた際に、三者の打合せの結果定めたところであるが、***** なお筆者は本論文においては、同一種名を冠した zonule が繰返し現われることによる混乱を防ぐため zonule 名の頭に①ないし②の番号を附することとし、図面等においても、ほとんどこの番号により表現している。

また subzonule なる名称は、代表的な種の頻度あるいはその分布の範囲などから、上記のような定義にもとづく zonule としては、充分な該当資格を有さないと考えられるものに対して附した名称であり(…faunule)なる名称は、対比の際の実用上の価値は zonule とほとんど同様であっても、代表的な種あるいは属を見出すことが出来ないような化石群集からなる単元に対して仮に与えたものである。

* 文献 29, 62, 63

** 文献 57

*** 文献 5

**** 文献 35, 60

***** ここにいう千葉市以東地域とは千葉市西方における後述する大田代層準以上の化石相の変り目より以東の意味である。以下同じ

***** 文献 26

***** その後筆者は文献 16 においてはこの群集帯を文献 1 における assemblage zone に該当するものと考えたがさらに資料の綿密なる検討の結果必ずしも assemblage zone に該当しない場合のあることに気付きました本論文ではこのようにつかいました。

にしたがったものではなく、従来のわが国の慣行にしたがい、上述のような意味においてこれを使用したものである。

さて上述のような意味を持つ zonule を分帯の単位としてもちいた場合、上総層群は底棲有孔虫により以下の 11 の zonule に分帯される。

① *Pseudoeponides-Elphidium* zonule: 笠森層最上端から長南層上半にかけて発達する zonule で *Pseudoeponides japonicus*, *Elphidium clavatum* を優勢種として、*Nonionella stella*, *Bolivina quadrilatera*, *Buccella frigida*, *Anomalina balthica*, *Cibicides aknerianus*, *Lagenonodaria scalaris sagamiensis* 等を随伴するものである。

② *Cassidulina subglobosa* zonule: 長南層下半から、柿の木台層、国本層上部にかけて発達する zonule で、*Cassidulina subglobosa* がほとんど全個体数の 50% 以上を占め *Cassidulina subglobosa depressa*, *Elphidium advenum* 等を伴うものである。

③ (Lower Kokumoto faunule): 国本層の下半は、とくに目立った優占種・優勢種は見られず、*Bulimina aculeata*, *Cassidulina subglobosa*, *Cassidulina asanoi*, *Elphidium* spp. 等が混在する化石群の構成を示している。

④ *Uvigerina akitaensis* zonule: 梅ヶ瀬層の上半部は *Uvigerina akitaensis* がほとんど全個体数の 60 ないし 70% を占め、*Bulimina aculeata* がこれにつぎ、まれに *Cassidulina subglobosa*, *Cibicides aknerianus* 等をとまう。この zonule は千葉市以東の県下の諸坑井において、いずれも明瞭な発達を示し、九十九里沿岸・房総半島内陸部、さらに利根川をこえて鹿島に至るまで、追跡・対比が可能である。

⑤ *Bulimina aculeata* zonule: 梅ヶ瀬層最下部を除く同層の下半は *Bulimina aculeata* がほとんど全個体数の 50% 以上を占め、*Cassidulina subglobosa*, *Bolivina robusta*, *Bulimina nipponica*, *Uvigerina akitaensis* 等を随伴する化石群集よりなる zonule となっている。

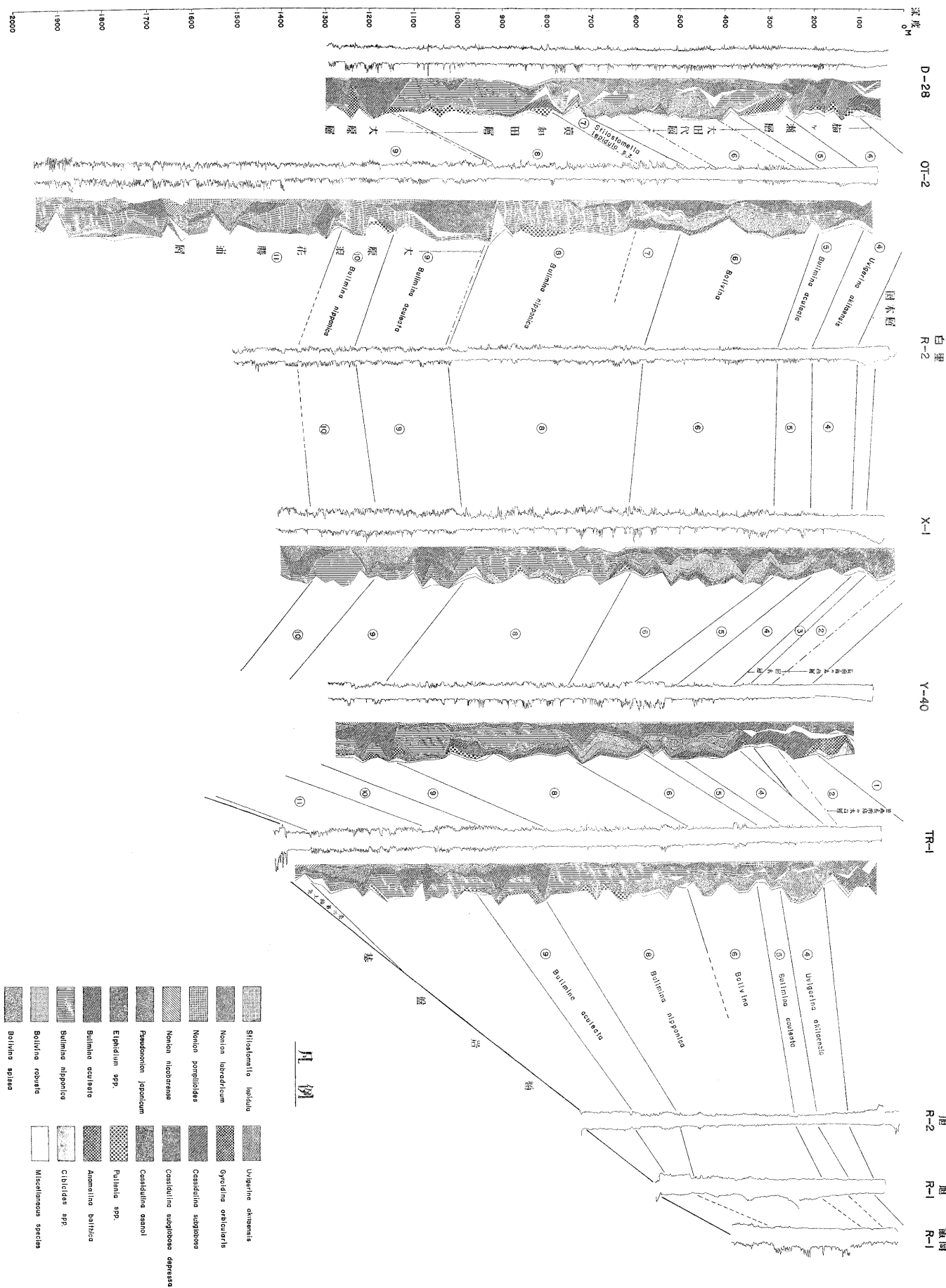
⑥ *Bolivina* zonule: 梅ヶ瀬層最下部 (同層下底より上約 50 m の範囲) から大田代層を経て黄和田層の最上部 (同層上端から約 110 m の範囲) は、*Bolivina robusta* がいずれも 20 ないし 30% の平均した割合を占め、この他とくに大田代層下部および黄和田層最上部の一部では、*Bolivina spissa* が顕著な発達を見せる。これに随伴する種としては、*Bulimina aculeata*, *Cassidulina subglobosa*, *Bulimina nipponica* 等が見られる。

⑦ *Stilostomella lepidula* subzonule: 上記黄和田層の上端より約 110m 下位から、以下約 120m にわたる間は、*Stilostomella lepidula* がかなり顕著な化石群集の構成要素となっている。群集の中で占める同種の割合は、5 ないし 10% であって、決して優占もしくは優勢種という表現を用いることはできないが、この間に比較的安定した割合を占め続けていることと、他の層準にこれに匹敵するものが見られないことから、一応これも特徴ある群集帯として認めることが出来ると考えられる。しかしこれはあくまでも地表および地表露頭部に極めて距離の近い地域の地下においてのみ得ることであって、九十九里沿岸地域等の他の地域では地表程明確に認めることができないこと、および全体に同種の頻度の低いことなどの理由から、こゝでは一応 subzonule としてとりあつかっておくことにした。その他の化石群集構成種には、*Cassidulina subglobosa*, *Nonion pompilioides*, *Pullenia bulloides* 等が見られる。

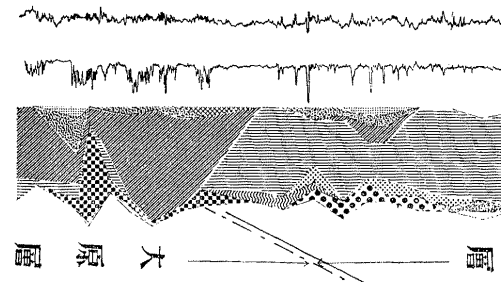
⑧ *Bulimina nipponica* zonule: 上記 *Stilostomella lepidula* subzonule の下端より、黄和田層の下底までは、*Bulimina nipponica* が極めて顕著な発達を見せ、ほとんど 60 ないし 80% の頻度を示す。随伴種としては *Bulimina aculeata*, *Bolivina spissa* 等が見られる。

⑨ *Bulimina aculeata* zonule: 黄和田層の最上端附近から大原層にかけて化石群集の型は一変し、*Bulimina aculeata* が *Bulimina nipponica* に代って優占種となり、これも特徴的な *Gyroidina*

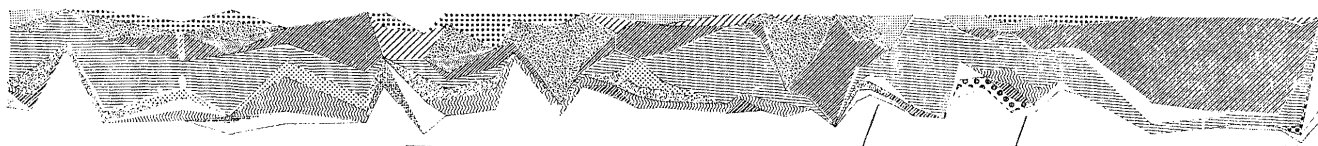
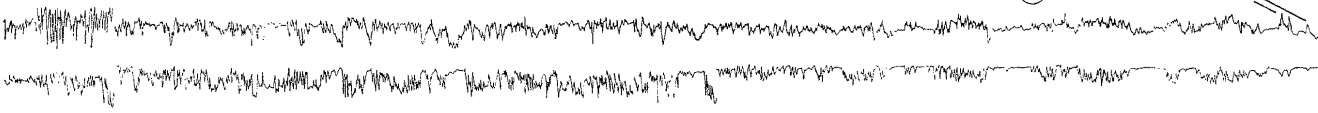
第6図 九十九里沿岸地域の坑井対比図



1000
1100
1200
1300
1400
1500
1600
1700
1800
1900
2000



大原層

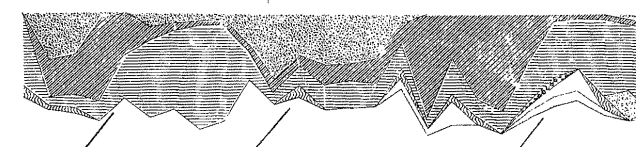


花勝浦層

大原層
⑨
Bullimina aculeata

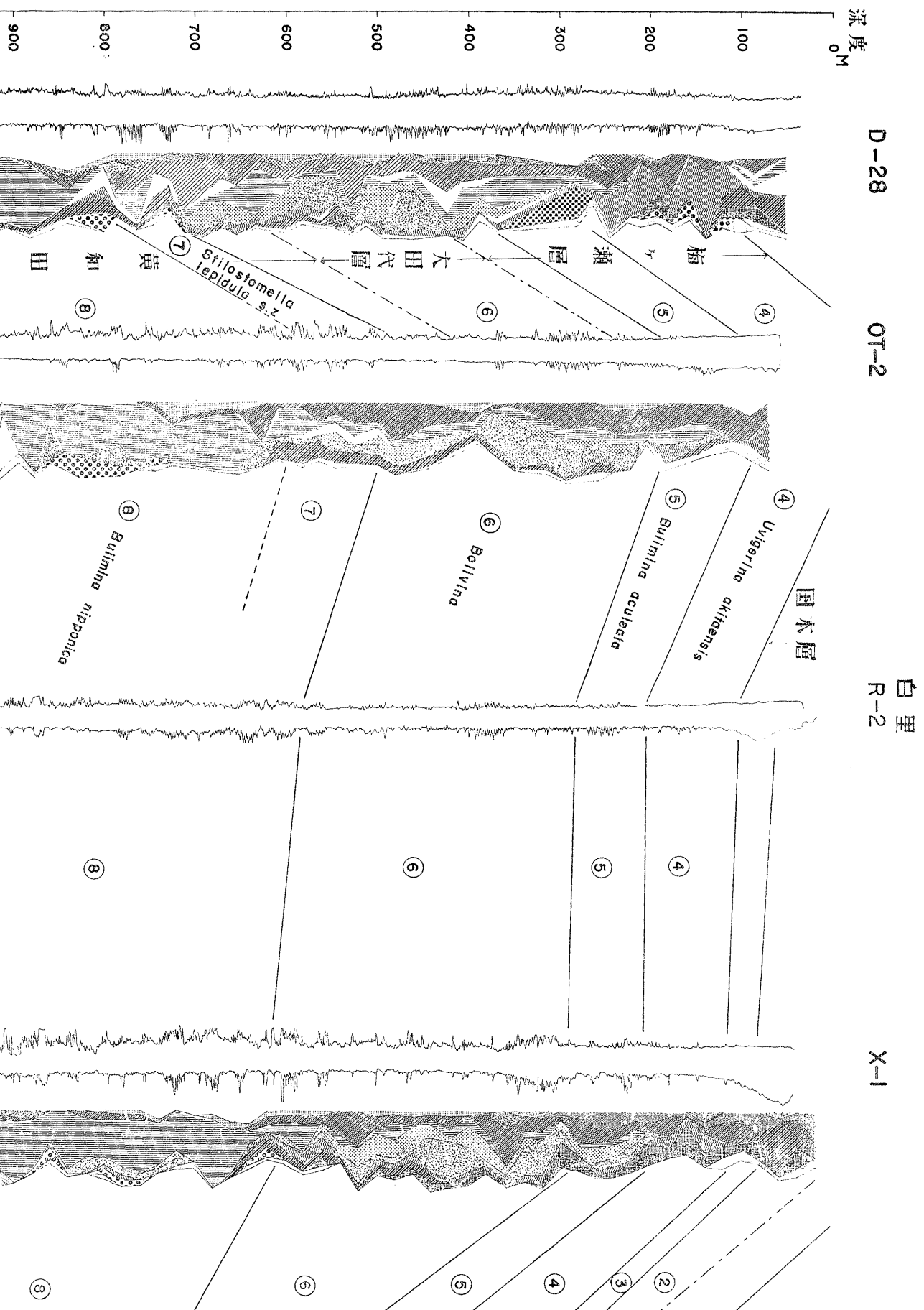
浪原層
⑩
Bullimina nipponica

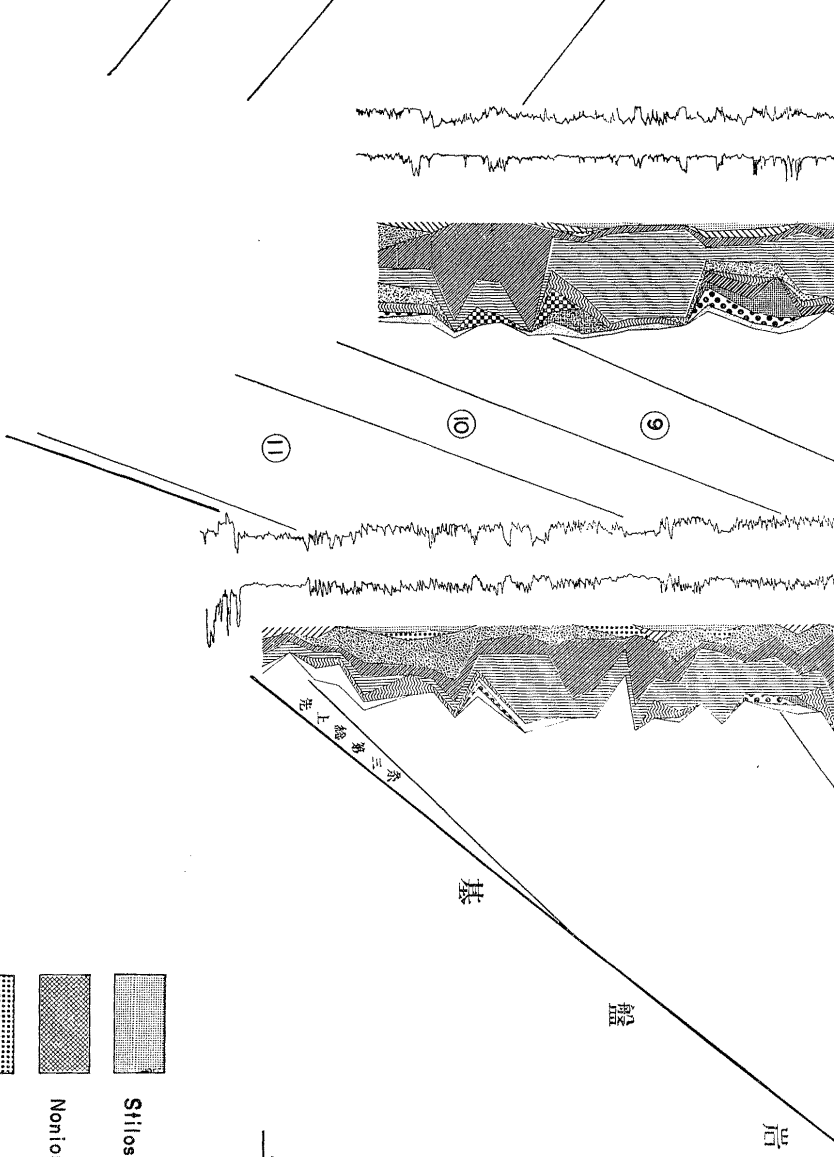
⑨
⑩



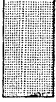


















⑨
⑩

第 6 图 九十九里沿





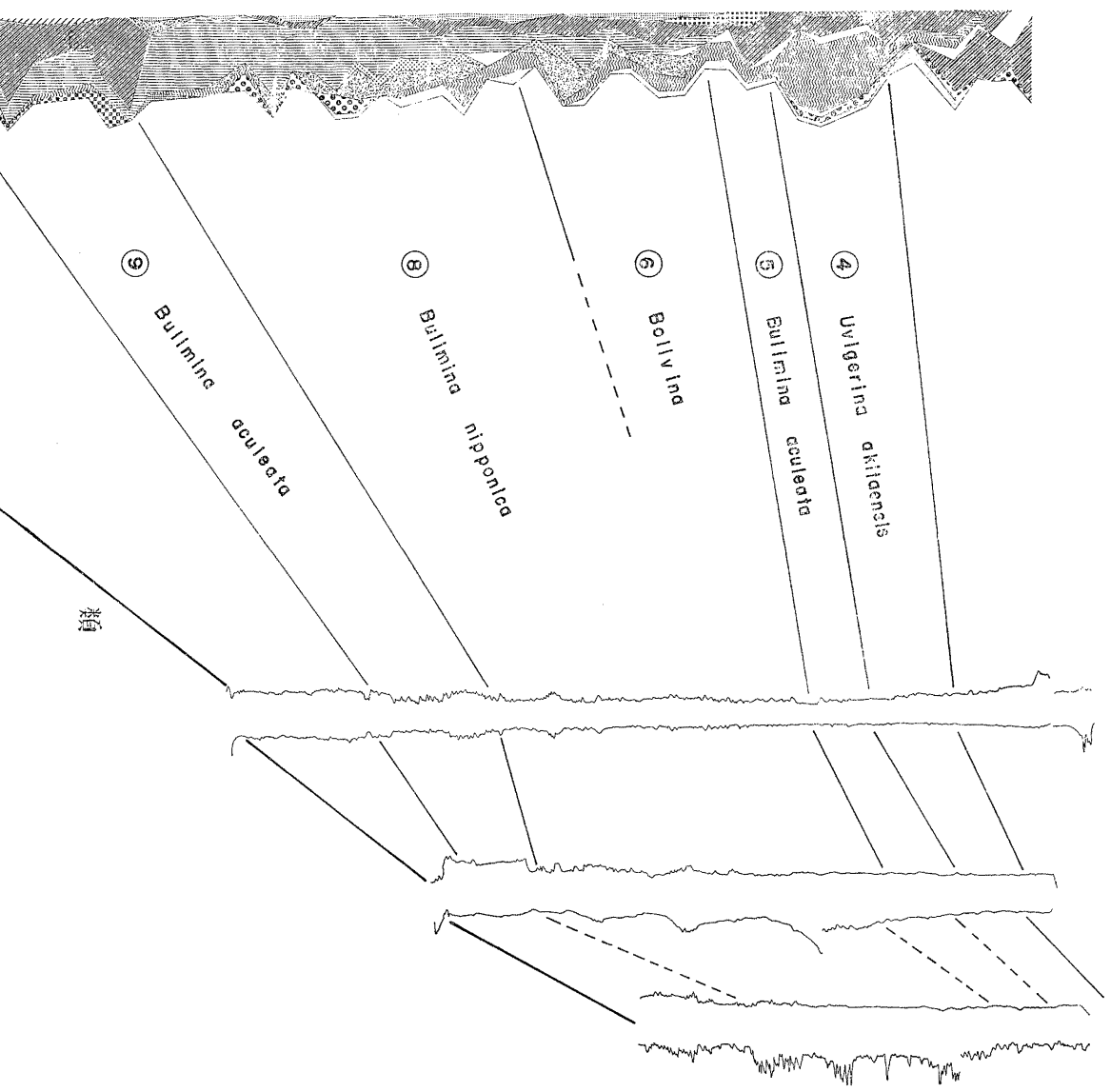
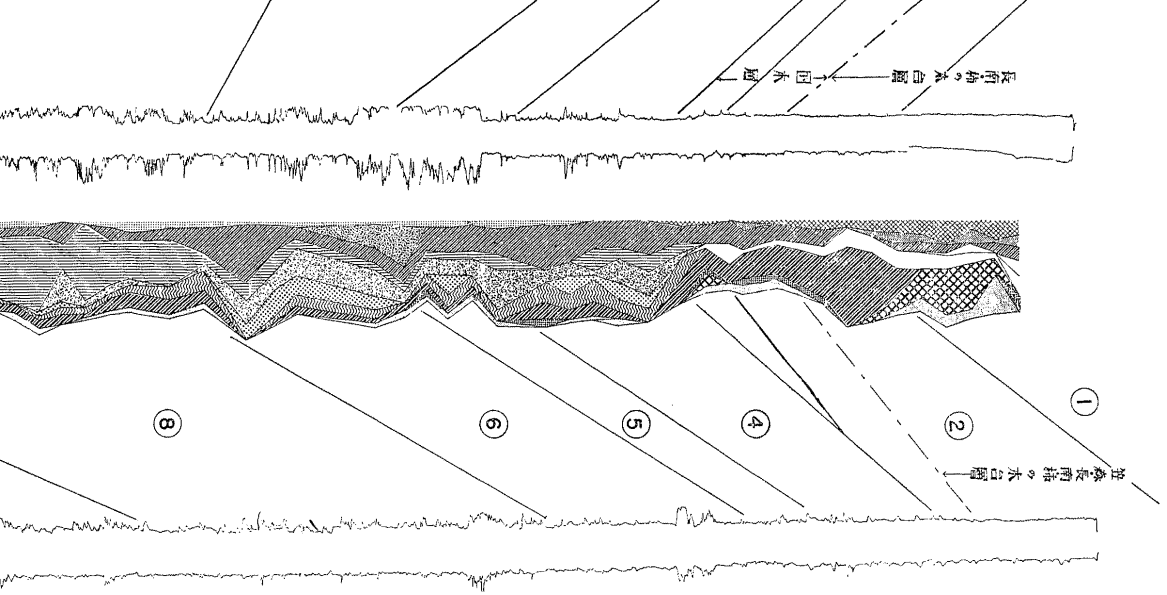
凡 例

	<i>Stilosfomella lepidula</i>		<i>Uvigerina oktaensis</i>
	<i>Nonion labradricum</i>		<i>Gyroldina orbicularis</i>
	<i>Nonion pompliooides</i>		<i>Cassidulina subglobosa</i>
	<i>Nonion nicobarense</i>		<i>Cassidulina subglobosa depressa</i>
	<i>Pseudononion japonicum</i>		<i>Cassidulina asanoi</i>
	<i>Elphidium</i> spp.		<i>Pullenia</i> spp.
	<i>Bulimina aculeata</i>		<i>Anomalina balthica</i>
	<i>Bulimina nipponica</i>		<i>Cibicides</i> spp.
	<i>Bolivina robusta</i>		Miscellaneous species
	<i>Bolivina spissa</i>		

岸地域の坑井対比図

Y-40

TR-1



旭 R-2

旭 R-1

飯岡 R-1

第1表 九十九里沿岸地域の標準微化石層序

FORMATION	KEY-BED	ZONULE	DOMINANT SPECIES
KASAMORI	Ch 3	① <i>Pseudoeponides-Elphidium</i>	<i>Pseudoeponides japonicus</i> <i>Nonionella stella</i> , <i>Buccella frigida</i> <i>Anomalina balthica</i> , <i>Elphidium clavatum</i> <i>Cibicides aknerianus</i> <i>Lagenonodosaria scalaris sagamiensis</i>
CHONAN			
KAKI-NOKIDAI	Ku 1	② <i>Cassidulina subglobosa</i>	<i>Cassidulina subglobosa</i>
KOKUMOTO			
UMEGASE	U 1	③ Lower Kokumoto faunule	<i>Bulimina aculeata</i> , <i>Cassidulina asanoi</i>
	U 6	④ <i>Uvigerina akitaensis</i>	<i>Uvigerina akitaensis</i> , <i>Bulimina aculeata</i>
	U 8	⑤ <i>Bulimina aculeata</i>	<i>Bulimina aculeata</i>
	U 10		
OTADAI	O 7	⑥ <i>Bolivina</i>	<i>Bolivina spissa</i> <i>Bolivina robusta</i> <i>Bulimina aculeata</i> <i>Bulimina nipponica</i>
KIWADA	Kw 14	⑦ <i>Stilostomella lepidula</i> S.Z.	<i>Stilostomella lepidula</i> , <i>Cassidulina subglobosa</i> , <i>Pullenia bulloides</i> , <i>Nonion pomp.</i>
	Kw 32	⑧ <i>Bulimina nipponica</i>	<i>Bulimina nipponica</i> <i>Bolivina spissa</i> <i>Pullenia apertula</i>
KATSUURA, NAMIHANA, OHARA		⑨ <i>Bulimina aculeata</i>	<i>Bulimina aculeata</i> , <i>Gyroidina orbicularis</i>
		⑩ <i>Bulimina nipponica</i>	<i>Bulimina nipponica</i> , <i>Bulimina aculeata</i>
		⑪ (Lower Kazusa Mixed faunule)	<i>Nonion pompilioides</i> <i>Nonion nicobarensis</i> <i>Bulimina nipponica</i> <i>Stilostomella lepidula</i>

orbicularis を随伴する。地表では大原層上中部は風化がかなり進んでおり、検出された有孔虫は極めて数が少ないが、大体この群集型は大原層全層にわたって維持されることが推定され、事実各坑井においてはその推定を裏書きするような資料が得られている。浪花層の最上部にも全く同様の組成の化石群集が検出されており、この *zonule* は大原層上限から浪花層最上部にわたるものと認めることができる。

⑩ *Bulimina nipponica* *zonule*: 上記⑨ *Bulimina aculeata* *zonule* の下限以下は、地表においては風化がいちじるしいため有孔虫化石の検出が極めて困難であるが、坑井資料によれば、同 *zonule* の下限から浪花層上限より約 160 m にわたる間は、ふたたび *Bulimina nipponica* が優勢となり、*Cassidulina subglobosa*, *Cassidulina asanoi*, *Nonion nicobarense*, *Eponides umbonatus* 等を随伴する群集構成よりなる。

さきに石和田・菊池および筆者は*、⑨ *Bulimina aculeata* *zonule* の下限以下本 *zonule* を含め、上総層群下底までを (basal faunule) として一括したが、筆者はその後さらに坑井資料を詳細に検討した結果、*Bulimina nipponica* の安定した頻度と、又地下の対比の際の有効性等を考慮すると、充分独立した *zonule* として認める価値を有するものと考えられるに至ったので、こゝに改めて ⑩ *Bulimina nipponica* *zonule* として提唱する次第である。

⑪ 下部上総混合化石群集 (Lower Kazusa mixed faunule): 上記 ⑩ *Bulimina nipponica* *zonule* の下限以下、すなわち浪花層の中部以下勝浦層にかけては、地表ではこれも風化がはなはだしいため、有孔虫化石はほとんど検出できず、まれに検出し得たとしてもその数は極めて少なく、また安定した頻度を示す種は見出されず、複雑な混合群集を呈しており、また坑井資料においても、浅海・亜浅海・深海等の各種が複雑に混合しており、また坑井により化石群集の組成も若干変化がみられ、はっきりした *zonule* を設定することは困難であるので、こゝではこれより下位上総層群下底までを一括して下部上総混合化石群 (Lower Kazusa mixed faunule) として呼称しておくことにする。この群集に比較的多く含まれる種には、*Pseudononion japonicum*, *Nonion nicobarense*, *Nonion pompilioides*, *Bulimina nipponica*, *Uvigerina akitaensis*, *Gyroidina* spp., *Cassidulina subglobosa* 等がみられる。

以上述べた微化石層序の概要を整理すると第 1 表のようになる。

2. 浮游性有孔虫の概要

房総半島中東部地域における浮游性有孔虫化石群に関しては、浅野清をはじめとする房総・三浦研究グループ** (1958) の研究により、その大綱があきらかにされている。すなわち房総東岸および養老川の模式ルートにおいて黒滝不整合以上、梅ヶ瀬層中部までは、*Globorotalia menardii*, *Pulleniatina obliquiloculata* を主体とする暖流系の群集からなり、梅ヶ瀬層中部以上、国本層下部までは、*Globigerina borealis* を主体とする寒流系のものに変じ、また国本層上部・柿の木台層下部には、ふたたび暖流系のものが現われ、柿の木台層最上部から以上、長南・笠森層にかけては、*Globigerina borealis*, *Globigerinoides sacculifera* を主体とする寒流系の化石群集にふたたび変ずるといふものである。

さらに高山俊昭*** (1962) は同じ房総半島小櫃川流域において同様の研究を行なった結果浅野等によるものと全く同じ結論に達したという報告をしている。

また菊池良樹**** (1960) は対比の基準として国本層の暖流系の種が現われる下限および黄和田層の下底の *Globigerina inflata* の出現の下限および附近の層準にとまなう *Globoquadrina congl-*

* 文献 26

** 文献 5

*** 文献 59

**** 文献 35

omerata, *Pulleniatina obliquiloculata* 等の組合せが、対比上の有効な鍵になることができるとしている。さらに菊池の口述によれば、浪花層の泥層部にも *Globigerina inflata* が見られるが、浪花層には *Pulleniatina* は全く出現せず、この点で黄和田層下底とははっきり区別できるという。また笠森層の浮游性有孔虫は、*Pulleniatina obliquiloculata*, *Globigerina inflata* 等ふたたび暖流系のものによって占められていることを述べており、上総層群堆積期間を通じての水温変化の繰返しがあきらかにされるとしている。

これらの菊池によって研究された浮游性種からする対比の基準は、千葉県下における諸坑井の底棲種による分帯の境界と全く一致をみせており、これらの事実からも県下坑井間の底棲有孔虫の分帯による対比は信頼度の高いものと判断することができる。

VII 九十九里沿岸の各坑井における微化石層序と対比

すでに石和田・菊池および筆者は、さきの報文*において、九十九里沿岸地域および内陸寄りの断面につき、その微化石層序の概要および対比について報告しており、そのごの筆者の研究においても、この結論を大きく変更するような結果には至っていないが、本論文においてはこれまで筆者が直接あつかった5坑井の微化石層序の内容をさらに詳細に報告するとともに、実際の化石群集の種の頻度による対比の実態をあきらかにしたいと考える。

以下各坑井につき、その化石群集の内容を記述する。

1. D-28 号井

所在地 千葉県長生郡長生村市ヶ谷

深度 1307 m

本坑井の有孔虫化石の内容は第2表に示す通りである。まず地表より約 100 m の深度までは地表における ③Lower Kokumoto faunule に対比できる。化石群集の構成は、*Bulimina aculeata*, *Cassidulina subglobosa*, *Cassidulina asanoi*, *Bulimina exilis tenuata* 等を主体とするもので、地表の化石群集に比し、*Cassidulina subglobosa* がかなり顕著になっているのが目立っている。

100 m 以下約 250 m までは地表における ④*Uvigerina akitaensis* zonule に対比することができる。化石群集の構成要素も地表のものほとんど変りない顔ぶれからなっている。

250 m 以下 370 m 附近までは *Bulimina* がほとんど全個体数の 50% 以上を占め、中でも *Bulimina aculeata*, *Bulimina nipponica* の両種がとくに目立つ。この他 *Pseudononion japonicum*, *Cassidulina subglobosa depressa*, *Cibicides aknerianus* 等が随伴する。この zonule は地表の ⑤ *Bulimina aculeata* zonule に対比できるが、地表に比して *Bulimina nipponica* の数が多く、また随伴種の顔ぶれも若干異なっている。

400 m 附近以下においては、*Bulimina aculeata* は相変わらず優勢であるが、これにともなって *Bolivina robusta*, *Bolivina spissa* が目立つようになり、地表における ⑥ *Bolivina* zonule に対比できる。随伴種としては *Bulimina nipponica*, *Uvigerina akitaensis*, *Cassidulina subglobosa* 等が見られ、この群集は 700 m 附近まで続く。700 m 以下 790 m 附近までは、*Bulimina aculeata*, *Bulimina nipponica*, *Bulimina costata*, *Uvigerina akitaensis*, *Cassidulina subglobosa*, *Stilostomella lepidula*, *Cibicides aknerianus* 等が複雑に入り混った化石群集からなり、これは地表における ⑦ *Stilostomella lepidula* subzonule に相当するものと考えられるが、*Stilostomella* の頻度は僅か数%にすぎず、地下においては subzonule としての認定資格もはなはだ薄弱なものになっていると思われる。

* 文献 26

790 m 附近から 1100 m 附近までは、最上部を除けば *Bulimina nipponica* が極めて顕著な発達をみせ、ほとんど全個体数の 60 ないし 70 % を占めるに至る。随伴種としては、*Bulimina aculeata*, *Bolivina robusta*, *Uvigerina akitaensis*, *Pullenia apertula* 等がみられ、地表における ⑧*Bulimina nipponica* zonule に明確に対比される。

1110 m 附近から化石群集の組成は一変し、以下坑底附近の 1300 m に達するまで、*Bulimina aculeata* が逆に 60 ないし 70 % を占めるに至り、*Bulimina nipponica* はわずか数%内外の随伴種にすぎなくなる。この他特徴ある随伴種として *Gyroidina orbicularis* がみられ、地表における ⑨*Bulimina aculeata* zonule に明確に対比される。この ⑧*Bulimina nipponica* zonule と ⑨*Bulimina aculeata* zonule との境界は、九十九里沿岸地域においてこの層準まで掘り進んだいずれの坑井においても明瞭に対比が可能であるが、ここに注目すべきことは、浮游性有孔虫のうち *Globigerina inflata* の下限がこの⑧⑨両 zonule 間の境界といずれの坑井においても全く一致していることである。

なお本坑井においては、掘り屑による調査の精度を検討するため、850 m 以深において、20 ないし 50 m 間隔にコアを採集し、両者の化石内容の比較検討をおこなったが、結果は第 3 図に示すように、極めて正確な一致をみせており、この結果によって掘り屑のみの微化石調査の精度にはかなりの自信を持つことができた。

2. OT-2 号井

所在地 千葉県長生郡長生村鷲

深 度 1926.22m

本坑井は九十九里沿岸地域においてすでに掘削された坑井のうちでもっとも大きな深度を有するもので、開坑層位は梅ヶ瀬層上限附近であるが、前項の D-28 号井とあわせ、一応九十九里沿岸地域のガス田の地下微化石層序の基準となるものである。

その内容は第 3 表に示す通りで、本坑井における最も浅い試料採集深度は 70 m であるが、この試料においては、*Uvigerina akitaensis* が極めて優勢で、全体の約 50 % を占め、*Bulimina aculeata* がこれに次ぎ、その他 *Pseudononion japonicum*, *Bulimina marginata*, *Pullenia apertula* 等を随伴している。これは地表における ④*Uvigerina akitaensis* zonule の下部に相当すると考えられる。

100 m から約 210 m 附近にかけては、*Bulimina aculeata* が優勢種となり *Stilostomella lepidula*, *Pseudononion japonicum*, *Bulimina nipponica*, *Bolivina robusta* 等を随伴し、地表における ⑤*Bulimina aculeata* zonule に対比される。

210 m 以下約 500 m 附近までは ⑥ *Bolivina* zonule に対比される群集組成を示し、*Bolivina robusta*, *Bolivina spissa* の他 *Bulimina aculeata*, *Bulimina marginata*, *Uvigerina akitaensis* 等をともなう。

500 m 以下 590 m 附近までは、*Bulimina aculeata*, *Bulimina nipponica*, *Bulimina costata* が大部分を占め、これに *Uvigerina akitaensis*, *Cassidulina subglobosa* 等をともない、顔ぶれは地表および D-28 号井における ⑦*Stilostomella lepidula* subzonule の随伴種に極めて類似しており、この subzonule 相当層準と考えられるが、*Stilostomella* はもはやほとんど検出できず、この種名を冠して subzonule とよぶことはもはやできないと考えられる。

約 590 m 以下 920 m 附近までは、*Bulimina nipponica* が極めて優勢で ⑧*Bulimina nipponica* zonule に対比でき、920 m 附近以下は、⑨*Bulimina aculeata* zonule に対比できる。随伴種の内容も D-28 号井と大差ない。

1140 m 附近から 1260 m 附近までは、ふたたび *Bulimina nipponica* が優勢となり、*Bulimina*

aculeata, *Cassidulina subglobosa*, *Uvigerina akitaensis* 等をともない、さきへのべた ⑩*Bulimina nipponica* *zonule* に対比される。

1260 m 以深には、とくにこれといった優占種・優勢種は見られず、*Pseudononion japonicum*, *Bulimina nipponica*, *Uvigerina akitaensis*, *Cassidulina subglobosa* 等が複雑に混在しており、⑪下部上総混合化石群に相当すると考えられるが、こゝで問題になるのは、本坑井の坑底までの間にはたして上総層群を完掘しているか否かという点である。

この点に関して検討を進めてみると、まず 1500 m 附近以深においては浮游性有孔虫は個体数が乏しくなり、とくに上総層群より下位の地層であることを指示する足がかりになるようなものは全く見られない。坑底附近では浮游性種の頻度はとくに著しく減少し、ほとんど検出できないという状態である。千葉県下の坑井全般における先上総層準においては一般的傾向として浮游性種の頻度が極めてとぼしいことが認められているが、これは層準決定の決定的な手がかりにはなり得ない。また底棲種についていえば、石油資源開発株式会社の資料において房総南部の地表における稲子沢層・北関東の福島層等から産する *Hopkinsina morimachiensis* に同定される種が 1500 m 附近および 1700 m 附近より検出されるという点が唯一の先上総層準に達しているという可能性である。しかしそれらの個体数はとくに 1500 m 附近においては極めて少なく、またこれをもって 1500 m 附近から以深を先上総層と考えるならば、後述する各層準の分布から考えてあまりに大原層以下の上総層群の厚さが薄くなりすぎること、およびさらに南関東ガス田においてすでにあきらかに先上総層準に達したと考えられる坑井資料にみられるいわゆる中新統タイプとされている種*の全くみられないこと、岩質的に坑底まで全く大きな変化のないこと、坑底附近の掘り屑中に地表で上総層群の下底附近の砂にいちじるしくみられる安山岩質砂粒が豊富に検出されること等を考え合せると、これらの資料から本坑井が先上総層準に達したと考える根拠は極めて薄弱である。したがって現在の段階では本坑井の坑底は黒滝不整合面にかなり近い層準まで掘り進んでいるが、先上総層準には達していないと推定するのが妥当ではないかと考えられる。

いずれにしてもこの点に関しては、なお正確な結論にみちびくには資料が不十分な段階であり、これは今後の問題としてなお検討を続けたいと考えている。

3. X-1 号井

所在地 千葉県山武郡九十九里町

深度 1398.30 m

本坑井の有孔虫化石の内容は第4表に示す通りである。

80 m 附近までは、*Cassidulina subglobosa* が優占もしくは優勢種となり、*Cassidulina asanoi* *Elphidium* spp. *Cibicides* spp. 等の各種を随伴する化石群集で ②*Cassidulina subglobosa* *zonule* に対比される。

以下 140 m 附近までは、*Bulimina aculeata*, *Cassidulina asanoi*, *Elphidium* spp. 等からなる ③Lower Kokumoto faunule に対比される化石群集からなるが、この faunule の発達する厚さは、地表において 100 m 以上に達するにもかかわらず、本坑井においては 60 m 程度に減じている。D-28 号井においても、すくなくとも 100 m 程度発達することはあきらかにされており、茂原一東金間においてかなり急速に厚さを減じていることが知られる。

140 m 以下 200 m 附近までは *Uvigerina akitaensis*, *Bulimina aculeata*, *Cassidulina subglobosa depressa*, *Cassidulina asanoi* 等が混在する群集で一応 ④*Uvigerina akitaensis* *zonule* に対比されると考えられるが、こゝで特異な現象として注目されるのは、千葉市以東地域においてすでに掘削されたほとんど全部の坑井にわたって最も明瞭な対比上の基準として実用上最も有効であ

* *Streblus tochiensis*, *Nonion kidoharaense iwahorii* 等

るこの zonule が、本坑井に限って *Uvigerina akitaensis* の頻度が極めて少ないことである。これはこの層準の地層堆積時に何等かの原因により極めて局地的な堆積環境の変異があったのではないかと推定され、現在のところその原因についてはあきらかでないが、今後の問題として検討すべきものと考えられる。またこの zonule の厚さは D-28 号井に比し約 1/3 近くに減じており、これもやはり茂原より東金にかけてかなり薄くなっていることがあきらかである。

200 m 以深約 300 m 附近までは、*Bulimina aculeata* を最優勢種とし、*Elphidium* spp., *Bolivina robusta*, *Bolivina spissa*, *Bulimina nipponica*, *Cassidulina asanoi* 等を伴う群集からなり、⑤ *Bulimina aculeata* zonule に対比されると考えられるが、茂原に比し *Bulimina* は少なく、代りに *Bolivina* 類がかなり頻度を増している。この zonule は茂原に比しわずかに 10 ないし 20 m 程度厚さを減じている。

300 m 以深、約 610 m 附近までは *Bolivina robusta*, *Bolivina spissa* を優勢種とし、*Bulimina aculeata*, *Bulimina nipponica*, *Cassidulina subglobosa* 等を随伴する群集からなり、⑥ *Bolivina* zonule に対比される。この zonule については茂原に比較すると若干厚さを増している*。

610 m 以深 1000 m 附近までは、最上部を除いて *Bulimina nipponica* が 60 ないし 80% を占める優占種となり、*Bolivina spissa*, *Uvigerina akitaensis* 等を伴ない ⑧ *Bulimina nipponica* zonule に対比される。この zonule の最上部は、*Bulimina nipponica* は必ずしも優勢ではなく、むしろ地表および D-28 号井の ⑦ *Stilostomella lepidula* subzonule 相当層準と思われるが、この subzonule は上記以外の坑井では確認できないので、こゝでは ⑧ *Bulimina nipponica* zonule に一括した。この zonule 自体の厚さは数字の上ではむしろ茂原よりかなり厚さを増しているが、茂原 (D-28) においては、⑦ の subzonule が確認されるので、この両者を加えて比較すれば、むしろ 10 ないし 20 m 程度厚さを減じていることが認められる。またそれぞれの zonule の構成要素は若干変化をみせており、上下に相接する zonule がその境界附近において、相互に多少混り合うような傾向をみせている。

1000 m 以深においては、*Bulimina aculeata* が *Bulimina nipponica* に代って優占種となっており、対比上は一応 1200 m 附近まで ⑨ *Bulimina aculeata* zonule に相当すると考えて差支えないと思われるが、1100 m 以深においては茂原に比し、*Bulimina aculeata* の占める割合はいちじるしく減少し、*Pseudononion japonicum* がいちじるしく優勢になって来るのが目立っている。

1190 m 以深 1330 m 附近までは、*Bulimina nipponica* がふたたび優勢種となり、*Bulimina aculeata*, *Pseudononion japonicum* を伴ない、⑩ *Bulimina nipponica* zonule に相当するものと考えられる。⑨⑩両 zonule の厚さはこれも茂原に比して若干減じている程度で、さほどいちじるしい変化は示さないが、化石群集の内容は、*Pseudononion japonicum* 等浅海性のものがかなり混入し、堆積環境の上にはある程度差異のあることが認められる。

また 1330 m 以深坑底まではわずか 50 m に過ぎず、あまり明瞭ではないが、⑪下部上総混合化石群に対比すべき層準と考えられる。

4. Y-40 号井

所在地 千葉県山武郡松尾町

深 度 1300.00 m

本坑井の有孔虫化石の内容は第 5 表に示す通りである。

200 m 附近までは、*Anomalina balthica*, *Nonion labradricum*, *Elphidium clavatum*, *Pseudoeponides japonicus* を優勢種とする化石群集からなり、これは ① *Pseudoeponides-Elphidium*

* 第 13 図の大田代層等層厚図にみるように、東金から九十九里にかけて大田代層が層厚をかなり増しているが、これはこの zonule の厚さの増大と一致した傾向を示している。

zonule の下部に対比されると考えられるが、地表と比較するとその組成内容にはかなりの変化が認められる。

200 m 以深 340 m 附近までは、*Cassidulina subglobosa* を優占種とし、*Bulimina aculeata* をおもな随伴種とする群集からなり ②*Cassidulina subglobosa* zonule に対比されると考えられる。

この zonule の厚さは地表におけるものと比較してほとんど変化はみられない。

340 m 以深 380 m 附近までは、*Bulimina aculeata* を優勢種とし、*Cassidulina subglobosa*, *Bolivina spissa*, *Bolivina robusta* 等を随伴種として含む化石群集からなり、③Lower Kokumoto faunule に対比されると考えられる。この faunule の厚さは X-1 号井よりも約 20 m、地表に比してやはりいちじるしく厚さを減じている。

380 m 附近から 510 m 附近までは、*Uvigerina akitaensis*, *Bulimina aculeata* を優勢種とし、*Bolivina spissa*, *Bolivina robusta*, *Bulimina nipponica* 等を随伴する群集からなり ④*Uvigerina akitaensis* zonule に対比されると考えられる。

Uvigerina akitaensis の頻度は、X-1 号井ほど極端ではないが、茂原に比較した場合にはかなり減少をみせている。またこの zonule の厚さは茂原に比較すればやや減少を見せているが、X-1 号井に比較すればいちじるしく厚くなっており、これは沿岸地域における X-1 号井と内陸寄りの本坑井とその坑井位置からする地域的な差であると考えられる。

510 m 附近より 600 m 附近までは、*Bulimina aculeata* が優占種として含まれ、*Bolivina spissa*, *Bolivina robusta* をおもな随伴種とする群集からなり、⑤*Bulimina aculeata* zonule に対比されると考えられる。この zonule も茂原に比較してやや厚さを減じている。

600 m 附近以深、750 m 附近までは、*Bulimina aculeata* は相かわらず優勢であるが、*Bolivina spissa*, *Bolivina robusta*, *Bulimina nipponica* 等と同じく優勢種として混入しており、⑥*Bolivina* zonule に一応対比されると考えられる。この zonule は X-1 号井に比較すれば半分以下に、また茂原と比較してもかなり厚さを減じている。X-1, Y-40 両坑井間にこの zonule の急速な厚さの減少があったと一応考えられるが、本坑井では X-1 号井にみられた各 zonule 間の種の混り合いが一層顕著になり、明確な境界は決め難いので、一概にそういい切ることはできない。

750 m 以深 1160 m 附近までは、*Bulimina nipponica* を優占もしくは優勢種とし、*Bulimina aculeata*, *Bolivina spissa* 等を随伴する群集からなり、⑧*Bulimina nipponica* zonule に明瞭に対比される。この zonule は茂原に比較すればむしろかなり厚さを増しているが、本坑井では X-1 号井にもみられた相接する zonule 間の種の混り合いがとくに ⑤⑥⑧ 等の zonule においては一層顕著になるので、この 3 つ (D-28, OT-2 では ⑦ が加わるので 4 つ) の zonule の厚さを累計すると、茂原附近に比較して 180 ないし 200 m 程度、X-1 号井に比較しても 150 m 程度厚さを減じていることが明らかにされる。

1160 m 以深、坑底までは、*Bulimina aculeata* を優占種とし、*Bulimina nipponica*, *Gyroidina orbicularis* 等を随伴種とする群集からなり ⑨*Bulimina aculeata* zonule に対比されると考えられる。

5. TR-1 号井

所在地 千葉県山武郡蓮沼村屋形

深 度 1445.00 m

本坑井の有孔虫化石の内容は第 6 表に示す通りである。

190 m 附近までは *Cassidulina subglobosa* を主体とし、*Bulimina aculeata*, *Uvigerina akitaensis* 等を随伴する群集からなり ②*Cassidulina subglobosa* zonule に対比される。

190 m 附近から 280 m 附近までは、*Uvigerina akitaensis* を優占種とし、*Bulimina aculeata*,

Bulimina exilis tenuata 等をおもな随伴種とする群集からなり ④ *Uvigerina akitaensis* zonule に対比される。ここで特記すべき事実は、本坑井においては、③ Lower Kokumoto faunule に相当するものがほとんど消失していることであって、この faunule は X-1 号井、TR-1 号井の間で尖滅していることが知られる点である。④ *Uvigerina akitaensis* zonule は、特異な化石相の変化のみられた X-1 号井よりは若干厚さを増しているが、その他の坑井と比較すればかなり薄くなっている。

280 m 附近より、340 m 附近までは、*Bulimina aculeata* を主体とし *Bulimina aculeata*, *Bolivina spissa*, *Nonion pompilioides* 等を随伴する群集からなり、⑤ *Bulimina aculeata* zonule に対比される。この zonule の厚さは、茂原および X-1 号井に比して半分近くに減少を見せている。

340 m 附近より、500 m 附近までは、*Bolivina spissa*, *Bulimina aculeata*, *Bulimina nipponica*, *Uvigerina akitaensis*, *Bolivina robusta* 等の混合化石群集からなり、茂原に比較すれば *Bolivina robusta* の頻度が極めて低くなっているが、化石内容の顔ぶれから考えて ⑥ *Bolivina* zonule に対比されると考えられる。この zonule の厚さは、茂原の 1/2, X-1 号井の 2/3 程度に減少しており、Y-40 号井とほとんどひとしい発達をみせている。

500 m 以深、820 m 附近までは、⑧ *Bulimina nipponica* zonule に対比されると考えられる。この zonule の上部 100 m 程度は、*Bulimina nipponica* の頻度がやゝ低いことが目立つが、最優勢種であることには変わりなく、また 600 m 附近以深においては、いずれも 50 ないし 70 % 以上の優占種となっている。随伴種としては、*Bolivina spissa*, *Pullenia apertula*, *Stilostomella oinomikadoi* 等がみられる。この zonule の厚さも既述の各坑井に比し若干減少を見せており、また Y-40 号井の項に記した⑤ないし⑧の zonule の累計では、Y-40 号井よりもさらに 100 m 以上減少を見せている。

820 m 附近より、970 m 附近までは、*Bulimina aculeata* を優占もしくは優勢種とし、*Bulimina nipponica*, *Gyroidina orbicularis*, *Nonion nicobarense*, *Pseudononion japonicum* 等を随伴する群集からなり、⑨ *Bulimina aculeata* zonule に対比されると考えられる。この zonule の厚さも X-1 号井以南の坑井と比較するとかなり厚さを減じている。

970 m 以深 1100 m 附近までは、ふたたび *Bulimina nipponica* を優占もしくは優勢種とし、*Bulimina aculeata*, *Pseudononion japonicum* 等を随伴する群集からなり、⑩ *Bulimina nipponica* zonule に対比される。

1100 m 附近以深は、*Pseudononion japonicum* を主体とし、*Bulimina aculeata*, *Bulimina nipponica*, *Uvigerina akitaensis* 等が複雑に入り混った群集からなり、⑪ 下部上総混合化石群に相当するものと考えられる。

本坑井の 1360 m 以深は、以浅の細砂泥互層とは全く岩質を一変し、細礫混り凝灰質泥質中粒ないし細粒砂岩からなり、しかもやゝ硬質となっている。また電気検層図においても 1360 m 以深はその曲線の形が全く異なり、以浅に比して SP・比抵抗両曲線とも kick が極めて少なく、したがって抵抗値もかなり低くなっており、1360 m を境にして上下の地層の間にある程度の時間的間隔があることが明らかである。

1360 m 以深においては、コアを 2ヶ所採取しているが、有孔虫化石はほとんど検出できず、まれに認められても時代決定の積極的根拠になるものは全くなく、化石の面からの時代決定は不可能である。しかし上述のように 1360 m を境にして岩質がまったく一変すること、および以深の岩質がその後掘削された船橋 FR-18 号井において先上総層準で中新統の可能性が極めて大きいと認めた層準のコアと比較してみると極めて類似していることなどから考えて 1360 m 以深は

先上総第三系に属するものであると考え、1360 m を上総層群の基底とした。

6. 総括

以上九十九里沿岸地域において、筆者自身がとりあつかった諸坑井の微化石資料をもとに、各坑井別に微化石層序について述べたが、全体を通覧してみると、第1に知られることは、茂原より東金・横芝にかけて岩質はかなりいちじるしい変相をみせ、電気検層図では対比が全く不可能であるにもかかわらず、有孔虫の顔ぶれにはほとんど大きな変化がなく、対比が極めて容易であるということである。

この中で地表で設定された *Stilostomella lepidula* subzonule が、茂原以外の地域ではその特徴を失ない、むしろ *Bulimina* を主体とするものに変化しているような例は、化石群集の変相の例としては最もいちじるしいものというべきであろう。

次に知られることは、茂原—東金・片貝間で全般的に各 zonule はその厚さを減少し、横芝に至る間にさらにその傾向が強まってゆくという事実である。既報の旭・飯岡等九十九里沿岸北限に近い坑井資料を見ると、上総層群全体の厚さが極めて減少し、基盤に対して収斂することが明らかにされているが、上述の各坑井資料を検討してみると、その収斂のしかたの実態が、ある程度明らかにされていると思われる。すなわち一つは X-1 号井および Y-40 号井にみるように、相接する zonule がその境界附近でおおのゝ zonule の特徴である化石群集が、ある程度入り混ったような様相を呈し、相互にあたかも overlap するようなかたちで各 zonule 間の境界をやゝ不鮮明なものにしながら、その厚さを減少してゆくことがうかがわれることである。もう一つの現象として③Lower Kokumoto faunule にみるように北東に向うにつれてその厚さを減少し、遂には尖滅してしまうという収斂のしかたも認められる。さらに zonule によっては北東方向、すなわち堆積盆地の縁辺部に近づくにしたがって浅海性の種がかなり入り混って来るといふ例もある。

これらの現象から考えられることは、堆積盆地縁辺部の近くでは、堆積環境の若干の変化および堆積の場の物理的条件により、zonule は尖滅し、もしくは相互に contamination をおこしながら厚さを減じ、縁辺部に極めて近いところでは、その zonule の特徴をはなはだ不鮮明なものにしたが、基盤に沿ったかたちで尖滅するということが想定される。

このような現象がいかなる原因でもたらされたものであるかを考えてみると、Bandy & Arnal* がカリフォルニアの第三紀層をあつかった中で、fauna の contamination をもたらす生物群の転位は、海底急斜面の上、もしくは基部においておこると論じているが、九十九里沿岸の地震探鉱の結果** からも東金附近以北は推定基盤等深度線がやゝ密になっている事実が認められ、すくなくとも九十九里町・松尾町附近から以東に向って上総層群の基盤は、その以南に比してかなり急傾斜をもっているであろうことはこれらの資料からも容易に推定できることであり、このような現象は堆積盆地縁辺部に近づく場所における微化石層序を構成する化石群集の特徴として考えることが出来るとと思われる。

上総層群堆積期間中の堆積環境ならびに堆積過程については後に詳述するので、本項においてはすくなくとも九十九里沿岸地域においては、各 zonule は上述のような収斂のしかたで南西に厚く北東に薄い分布状態を呈しているという事実、およびその現象をもたらした要因についての一つの考え方を述べるにとどめておく。

なお第6図は、上述の微化石層序を骨格として既報の同地域の他坑井の資料をあわせ、九十九里沿岸地域の断面を図示したものである。

* 文献 3

** 文献 56

VIII 各 zonule の古環境の考察およびその地域的变化

本項においては、上述の微化石層序の内容について主として最近の日本近海をはじめ、カリフォルニアその他における現生有孔虫の研究資料にもとずき、各 zonule 別の地層生成当時の環境について検討し、あわせてその地域的变化について若干言及する。

最近の日本近海における現生種の生態学的資料としては、桑野・高柳・石和田等の報告* があり、概して浅海の遺骸群集についてあつかったものが多いが、桑野・石和田の報告の一部では 500 m ないし 600 m 以深の海のものもとりあつている。またその他の海域の研究資料としては、カリフォルニア・南極洋・北極洋近傍・紅海等における資料** がある。

これらの現生種の資料から、前項にのべた上総層群中の各 zonule の示す堆積当時の環境の推定を試みることにする。

なおこの中で環境表示の用語として littoral, neritic, bathyal 等の用語を用いているが、これらの深度に対応した環境区分は、Kuenen*** が使用した同じ用語を用いての環境区分をほとんどそのまま使用したものである。

上総層群堆積期間を通じ、各 zonule の示す堆積当時の環境は、下位より上位に次のように考えられる。

1) ⑪ 下部上総混合化石群：この化石群集にはとくに目立った優占もしくは優勢種はなく、組成は複雑であるが、浅海性の *Pseudononion*, *Quinqueloculina* 等と深海性の *Bulimina*, *Uvigerina* 類等とが複雑に入り混っており、さらに地表露出部では異常堆積がかなり顕著にみられるところから、海進の初期における比較的浅い環境のもとに、烈しい水の流動の中で堆積したものと考えられる。またこの化石群では、浮游性有孔虫の頻度が極めて低いが、これは桑野の資料**** および口述によれば、浮游性種の堆積の中心は沿岸流のある沿岸緩斜面の下部および大陸棚外縁附近にあり、その他の場所では少ないことが知られているが、この化石群の場合は大陸棚外縁以浅の堆積環境を示すものと考えることができるとは思えないかと考えられ、また上総層群の基底部近くでは、いずれの坑井においても浮游性種の頻度がいちじるしく低くなっている事実からすれば、上総層群堆積の初期には、このような環境がかなり広域にわたっていたものと推定することができる。

2) ⑩ *Bulimina nipponica* zonule: *Bulimina nipponica* は石和田の資料によれば典型的な bathyal species であることがあきらかにされている。しかしながらこれに随伴する化石種の顔ぶれをみると、より浅い環境を持つと思われる *Cassidulina subglobosa*, *Nonion nicobarensis* 場所によっては neritic から産する *Cassidulina asanoi* 等をとまうことからこの zonule の堆積期はいまだ完全な安定性を保った bathyal の環境ではなかったと考えることができよう。

3) ⑨ *Bulimina aculeata* zonule: 内尾の南極洋の資料によれば、*Bulimina aculeata* は 850 m 附近に多産し、また石和田の土佐沖の資料においても、500 m 以深に顕著である。さらに K.E. Green の資料によれば、北極洋において、400 m ないし 1700 m の間に比較的一様に分布しており、これも *Bulimina nipponica* とならんで典型的な bathyal species であると考えられる。しかし上総層群の微化石層序を通覧すると、*Bulimina nipponica* が多産する層準が比較的限定されているのに反し、*Bulimina aculeata* はほとんどいずれの層準にも few ないし common 程度以上の頻度を占めること、および上記 Green の資料においても、比較的広い深度範囲に分布のみみられることなどから考えると、*Bulimina nipponica* に比較した場合、これよりもやゝ深度的適応性

* 文献 17, 21, 40, 41, 59

** 文献 4, 12, 44, 48, 50, 53, 68

*** 文献 43

**** 文献 40, 41

の中が広いのではないかと考えられる。

この zonule は大原層の上部の層準を示すものとして、坑井間の対比に極めて有効なものであるが、ほとんどいずれの坑井においても *Gyroidina orbicularis* 等、より浅いところにも生棲する種を随伴することから、この zonule は bathyal の堆積環境ではあるが、そこに若干浅いところからの転位を示すものが混在しているものと見ることが妥当であろう。

4) ⑧ *Bulimina nipponica* zonule: この zonule は全微化石層序の中で最も安定した bathyal の環境を示すものと考えられる。すなわち *Bulimina nipponica* の頻度は 60 ないし 80% と極めて高率であり、随伴種も *Bulimina aculeata*, *Bolivina spissa* 等 bathyal species に限られていることなどからして、このように結論づけて差支えないものと判断される。この zonule は黄和田層の中ないし下部を占め、やはり広域にわたって対比されるが、少なくとも千葉県以東地域においては、地域的变化の少ない最も安定した環境のもとに堆積が進行したのものと考えられる。

5) ⑦ *Stilostomella lepidula* subzonule およびその相当層準: *Stilostomella lepidula* は inner ないし outer neritic の種と考えられるが、既述のように、茂原以外の地域ではこの層準にはむしろ *Bulimina* が優勢で、比較的深い環境の堆積物と思われる。しかし随伴種の中には *Cassidulina subglobosa*, *Nonion pompilioides* 等や、浅い環境のものも多くみられるところから、やゝ不安定な環境ののものと考えられる。

6) ⑥ *Bolivina* zonule: 石和田の資料によれば、土佐湾において *Bolivina robusta* は 100 m から 400 m にかけてかなり広範囲に分布している。また J.M. Resig, O.L. Bandy, E.M. Zalesny 等の資料によれば、*Bolivina spissa* はカリフォルニアにおいて 300 m 附近から 1200 m 附近にかけて優勢であり、前者は outer neritic, 後者は bathyal の species と考えられる。またこの zonule の随伴種は、*Bulimina nipponica*, *Bulimina aculeata*, *Cassidulina subglobosa* 等 outer neritic ないし bathyal の種がほとんどを占めている。内尾等の浅海の現生資料をみると、*Bolivina* はほとんど含まれておらず、これが本来決して浅い環境を持つものでないことは明らかであるが、一方においては高柳の資料に見るように大阪湾の 60 m ないし 70 m 附近にみられる例もある。もちろんそれぞれの遺骸分布をもたらした生成過程を考慮すれば一概に速断することは危険であるが、以上のような諸事実から考えると、この zonule の堆積環境は一応 bathyal ないしは outer neritic 程度と考えられるが、⑧ *Bulimina nipponica* zonule と比較すればある程度不安定な環境であり、より浅いところから二次的に転位したものが混在していると判断される。

7) ⑤ *Bulimina aculeata* zonule: この zonule は *Bulimina aculeata* が全体の約 50% を占めるところから、一応 bathyal と考えられる。随伴種は *Cassidulina subglobosa*, *Bolivina robusta*, *Bolivina spissa*, *Bulimina nipponica*, *Uvigerina akitaensis* 等これもほとんど bathyal ないしはそれに近い環境を好む種が多いが、中には neritic species も混在し、やはり neritic ないしその以浅から混入したものが存するのものと考えられる。

8) ④ *Uvigerina akitaensis* zonule: *Uvigerina akitaensis* は石和田の新潟沖の資料によれば、150 m 以深から出現し、600 m の最深の試料にまでかなりの頻度を示し、200 m ないし 300 m 附近が最も個体数が多い。また *Uvigerina* 類は各地の資料において、いずれも 1000 m 以深に多い。このような資料から、これも bathyal species と考えることができると思われる。この zonule は *Uvigerina akitaensis* が全体の 60 ないし 70% を占めるところから、bathyal の環境と考えて差支えないが、随伴種には *Cassidulina subglobosa*, *Cibicides aknerianus* 等 neritic ないしそれ以浅のものがみられることから、浅海から転位したものも混在していると考えられる。

9) ③ Lower Kokumoto faunule: この faunule には既述のようによく目立った優占種はみられず、*Bulimina aculeata*, *Cassidulina subglobosa*, *Cassidulina asanoi*, *Elphidium* 等が複雑

に混在して種々の深度的環境を持つ種が共産するが、これは④ *Uvigerina akitaensis* zonule 以下の bathyal な環境から、次にのべる② *Cassidulina subglobosa* zonule 以上の neritic な環境への漸移部に相当するものと考えられる。

10) ② *Cassidulina subglobosa* zonule : *Cassidulina subglobosa* は内尾の南極洋の資料によれば、700 m 附近の深海に多産し、また Zalesny, McGlasson の資料によれば、60 m ないし 130 m に多産する。一方かつて筆者があつかった三浦半島沿岸の浜砂にもかなりの個体数が見出されており、また諸研究者の口述によってもこの種は一般に neritic の環境のものといわれている。さらにこの zonule の随伴種は、*Cassidulina subglobosa depressa*, *Elphidium clavatum*, *Elphidium advenum* 等であるが、Phleger, 石和田等の資料*によれば、*Cassidulina subglobosa depressa* と類似して近縁のものと思われる *Cassidulina islandica* は比較的浅い深度における arctic species とされており、また筆者のさきの三浦半島北部における研究**によれば、*Elphidium clavatum* は内湾度の極めて高い堆積物と考えられる三浦半島北西部に露出する屏風ヶ浦層に多産し、これらの随伴種はいずれも比較的浅海性のものと考えられる。

これらの点から考えて、この zonule は inner ないし outer neritic の環境を持つものと判断できる。したがって梅ヶ瀬層以下の bathyal の環境とはかなりおもむきを異にし、上総層群の堆積環境、とくに深度との相関性から考えると、国本・梅ヶ瀬両層間にかなり顕著な差異のあることが考えられる。

11) ① *Pseudoeponides-Elphidium* zonule : この zonule の優勢種である *Pseudoeponides japonicus*, *Elphidium clavatum* 等はかなり浅海の環境のものであり、また随伴種をみてもいずれの現生の資料からも inner neritic ないしはむしろそれ以浅の環境のものばかりと考えられ、② *Cassidulina subglobosa* zonule に比して一層浅く変化しているものと考えられる。

以上のべたこれら各 zonule, すなわち上総層群各層の堆積環境の地域的变化はさして顕著ではなく、比較的広域にわたって一様な環境のもとに堆積が進行したと考えられるが、各坑井の化石資料をさらに細かく分析し、それぞれ含有する化石種の環境条件を検討してみると、やはりその間には若干の地域的变化が認められる。そのような検討を上述の九十九里沿岸地域の各坑井および帝国石油株式会社その他の手による県内のおもだった坑井資料についておこない、これを概略各層別に図示した結果が、第7図ないし第10図の各層の化石相図である。

これは各坑井の有孔虫化石分析の結果から各層別に上述の各現生資料その他から、一般に深海性と考えられている種の総個体数と、一般に浅海もしくは亜浅海性と考えられている種の総個体数の大よその割合を図示したものである。各種の生棲環境については、現生の資料も充分ではなく、また基礎資料として各試料から無作為に 100 個体宛拾い出した分析結果を累計して百分率の算出をおこなっているため、精度の点に関してはかなり問題があると考えられるが、これにより各堆積期の相対的な堆積環境の地域的变化を知ることが出来ると思われる。

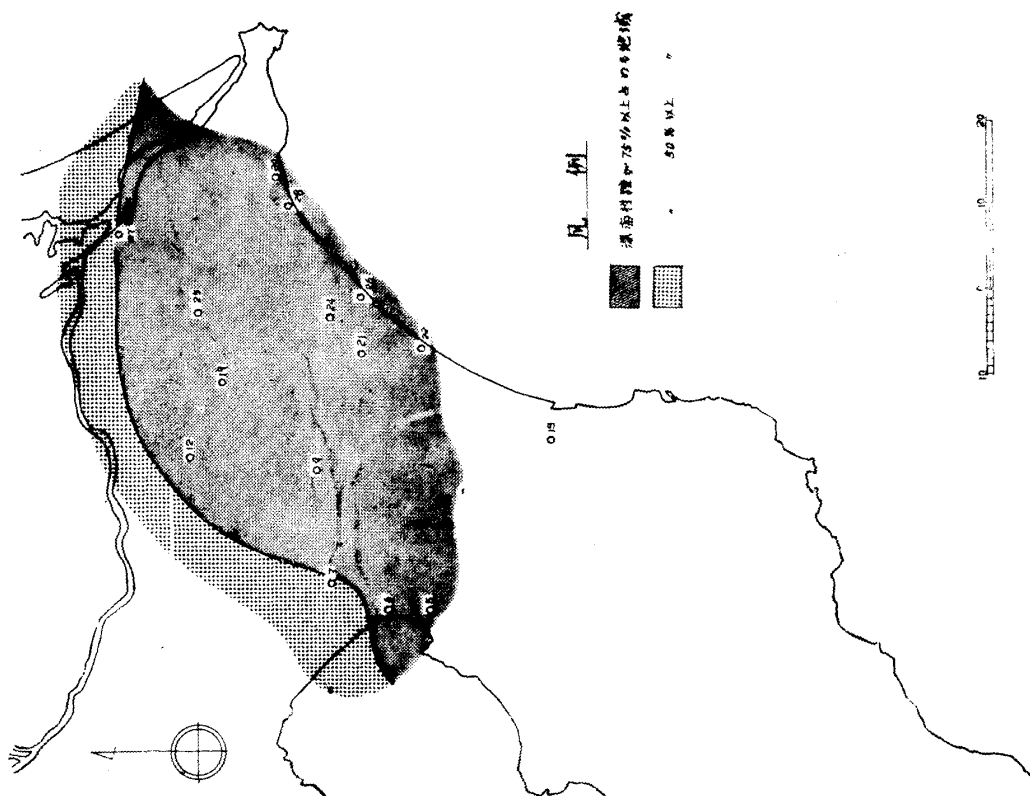
この4枚の化石相図を比較してみると、まず黄和田層では深海性種に富む地域が九十九里沿岸から多古・菱田・八街にかけこの一帯におよび、小見川・八千代附近を結ぶ線以北には、かなり浅海性種が混入して来ることがうかがえる。

次に大田代層では、ほゞこれと似た地域的变化を示していることが知られ、梅ヶ瀬層では深海性種の豊富な分布地域が最も大きくひろがっていることが認められる。

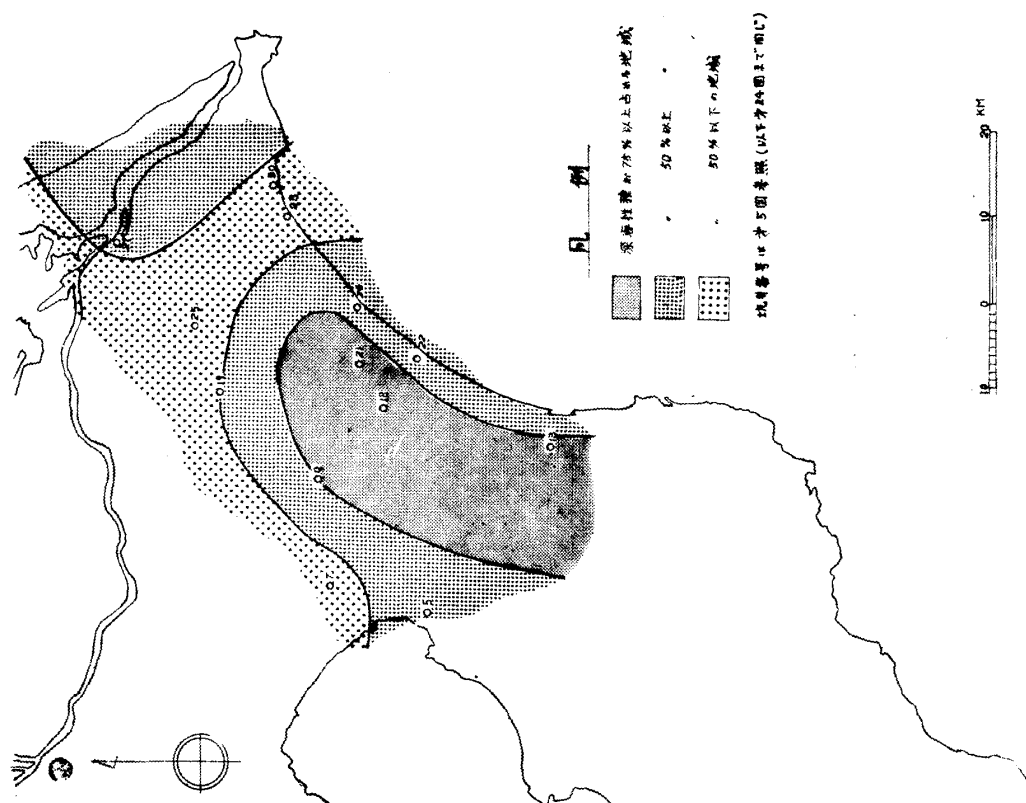
また国本層に至ると、深海性種の豊富な地域はずっと狭くなり、海のひろがりという点では梅ヶ瀬層堆積期よりもはるかにせばまっていることが想定される。

* 文献 44, 68

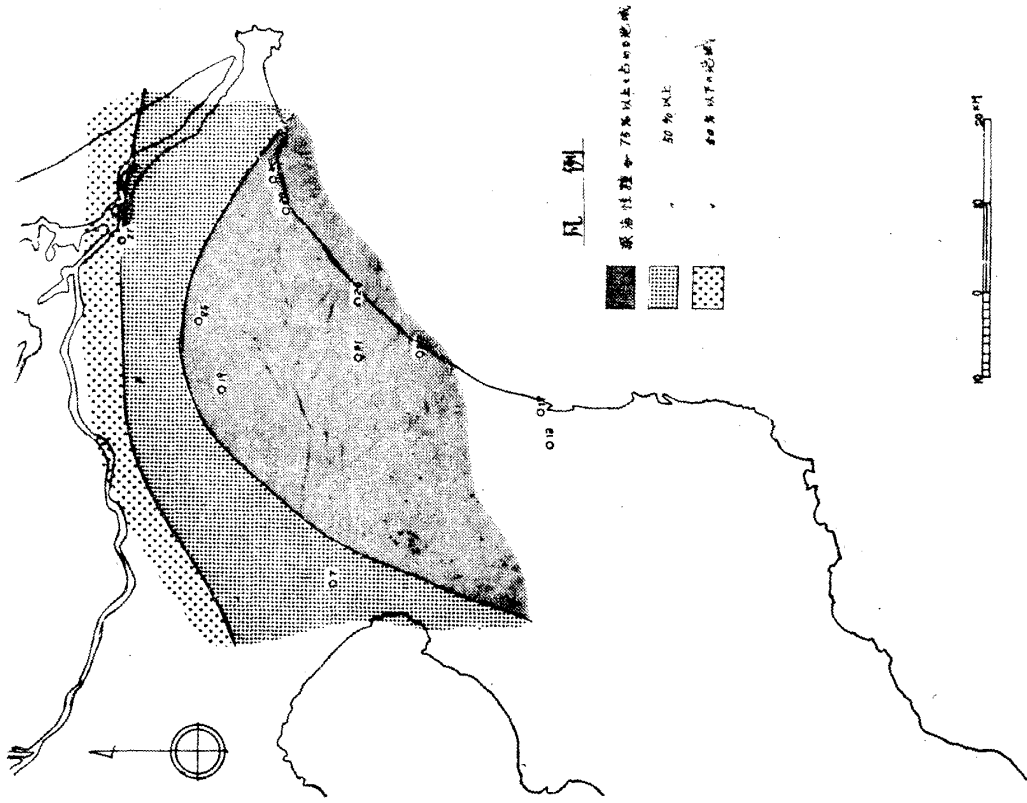
** 文献 13



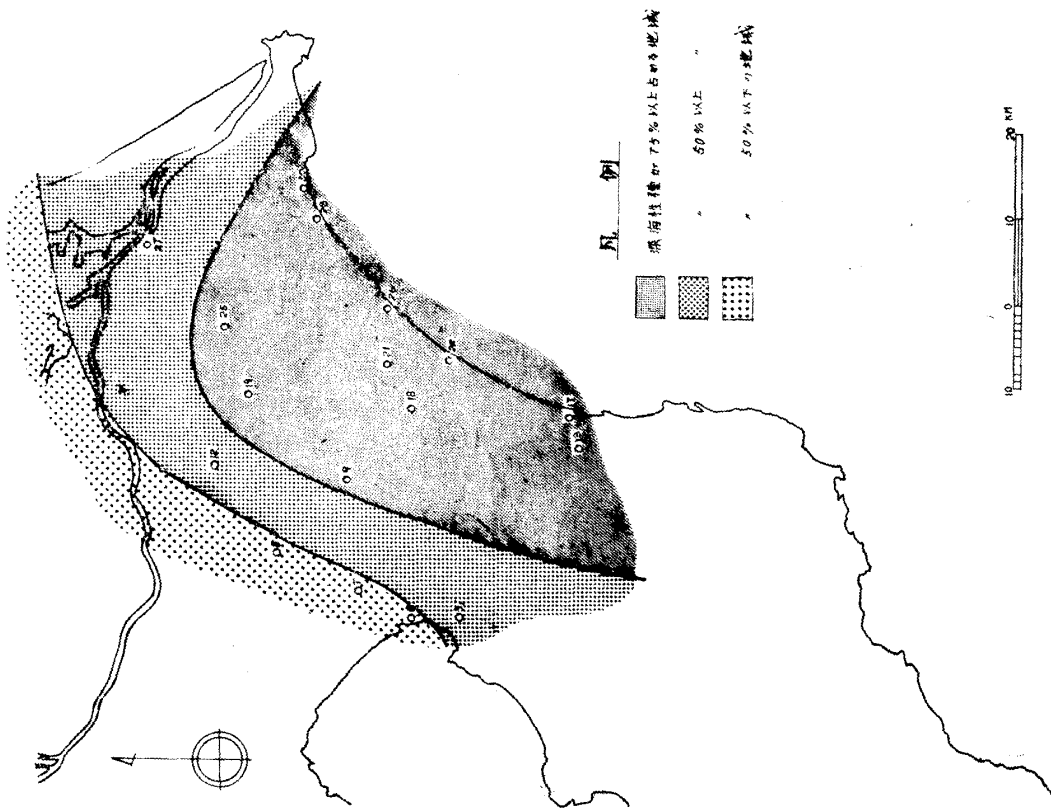
第8図 梅ヶ瀬層化石相図



第7図 国本層化石相図



第10圖 黄和田層化石相圖



第9圖 大田代層化石相圖

なお大原層以下の層準については、この層準まで掘り進んだ坑井の数が少ないため、図示でき得るほど十分な資料は得られなかったが、大よその傾向としては、浅海性種の豊富な地域がかなり南東方向にまでおよんでいる傾向がうかがえる。

IX 千葉県ガス田地域内における上総層群各層の層厚と岩相

本項においては、千葉県ガス田地域内における上総層群各層の厚さの分布、砂泥互層中の砂層の厚さと分布、すなわち岩相の状態等を明らかにしたいと思う。

この目的のための基礎資料として、筆者は第 11 図ないし第 15 図の各層別等層厚図、第 16 図ないし第 19 図の各層別砂層厚図、第 20 図ないし第 24 図の各層別含砂層率図を作成した。基礎となった資料は、筆者が直接微化石層序をあつかった九十九里沿岸地域の諸坑井をはじめ、すでに公表された県内千葉市以東地域における諸坑井の微化石層序を基礎にした地層区分および電気検層図によったものである。千葉市以東地域に限定した理由は、この地域が既掘の坑井密度の大きいことと、千葉市以西地域については、zonule あるいは層単位の細かい対比が困難なためである。

これらの実際の方法は、研究方法の項に述べた通りであるが、各層の対比ならびに境界の決定は微化石層序を主に、電気検層図を補助に使用し、まず地表の微化石層序と地表露出部に近い坑井の微化石層序の対比からその坑井の概略の層準を知り、次に地表の地質柱状図と坑井の電気検層図解析の結果による坑井の岩相層序を対比し、その坑井における正確な層の境界を求め、以下同様にして坑井間の対比をすすめ全域にわたる層単位の地層区分をおこなったものである。

また既述のように砂層厚の算出は電気検層図によった。

まず各層別等層厚図について述べる。

大原層以下の各層の層厚分布をみると、全層厚が 1000 m をこえる程厚く発達する地域は、茂原のやゝ北から東西にのびる孤状の線以南であり、北および北東に向って層厚を減じている。小見川・成田を結ぶ線附近から以北には全く分布していない。

黄和田層は、茂原から白里・八街にかけて最も厚く、500 m 以上に達し、北東および北に向って層厚を減じている。

大田代層は、層厚 200 m 以上に達する地域は千葉・茂原・東金・成東・八街等の諸地域で、これも北および北東に向って漸次その厚さを減じている。

梅ヶ瀬層は、300 m 以上に達する最も厚い分布地域は千葉・習志野・八千代方面にまでひろがり、おゝむね東に向って漸次層厚を減じている。

国本層は、最も厚く発達する地域が千葉市の西方に移り、東に向ってその厚さを減ずる。

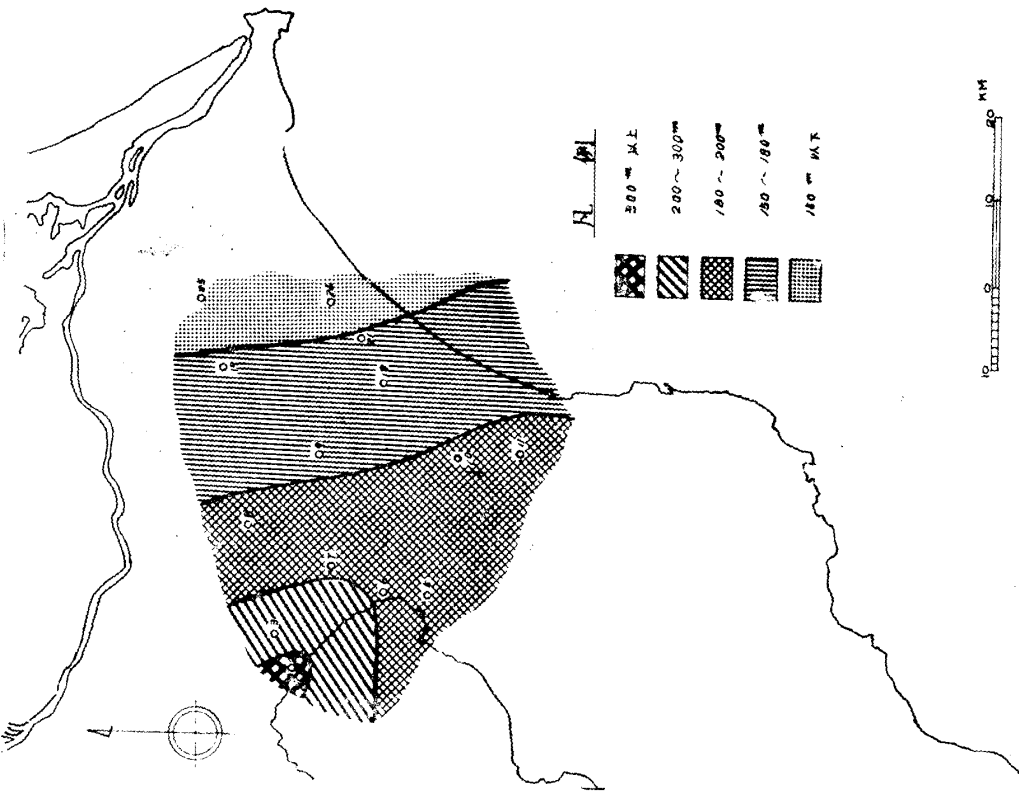
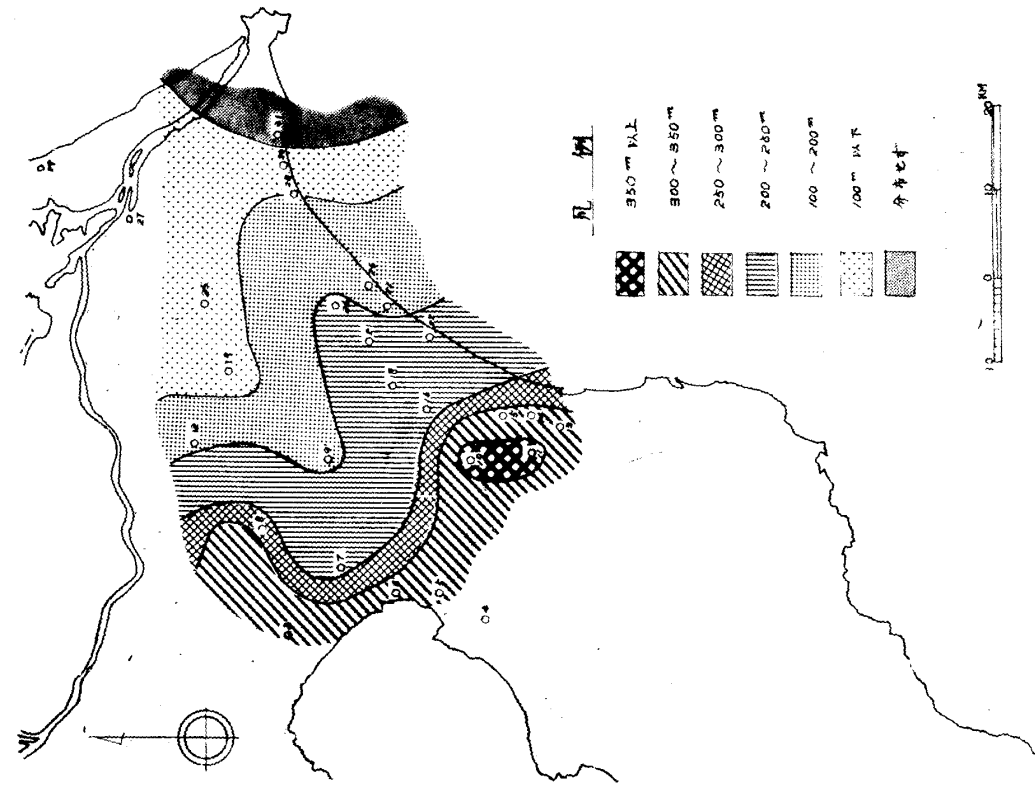
次に等砂層厚図により、砂層の分布をみると、黄和田層では、八街を中心とした地域に砂層が最も厚く発達し、それから南東に向ってゆるやかに、北東および南に向ってはやゝ急激に厚さを減じており、九十九里沿岸地域では、茂原以南および横芝以北に砂がとぼしく、その間は 100 m 以上の発達をみせている。

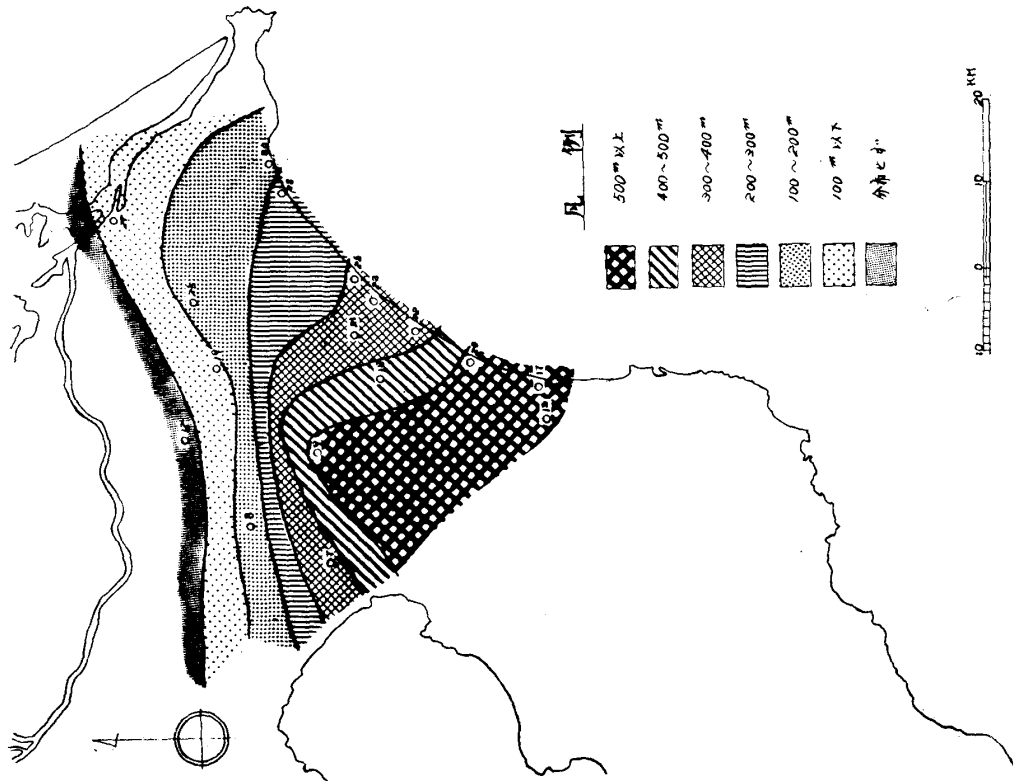
大田代層においては、八街から東金へかけての一带が最も砂が厚く、北東および南東に向って減少している。

梅ヶ瀬層においては、100 m 以上の砂層の発達地域が、茂原を中心とした地域と八街から佐倉・四街道方面にかけての二地域にあり、概して西に向って砂層の発達がいちじるしく、東に向って減じている。

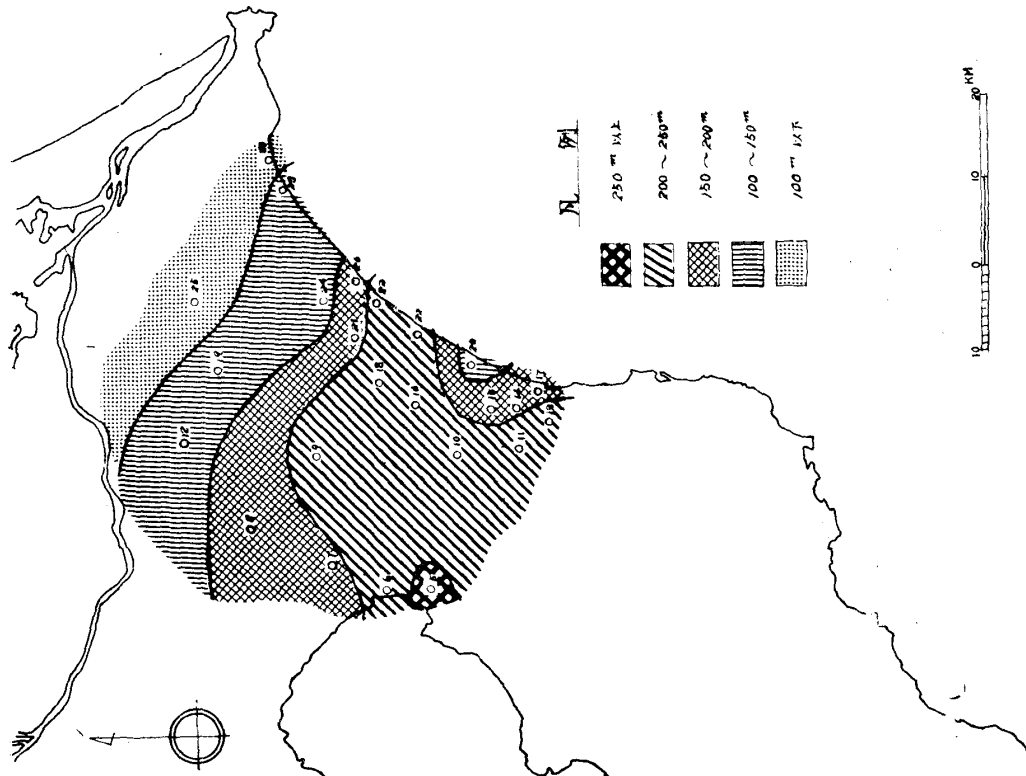
国本層においては、砂層の消長は完全に東西性の方向を持つようになり、西から東に向って砂層が厚くなっている。

次に含砂層率図をみると、大原層以下の層準では、堆積盆地縁辺部の横芝・八街以北が最も高率

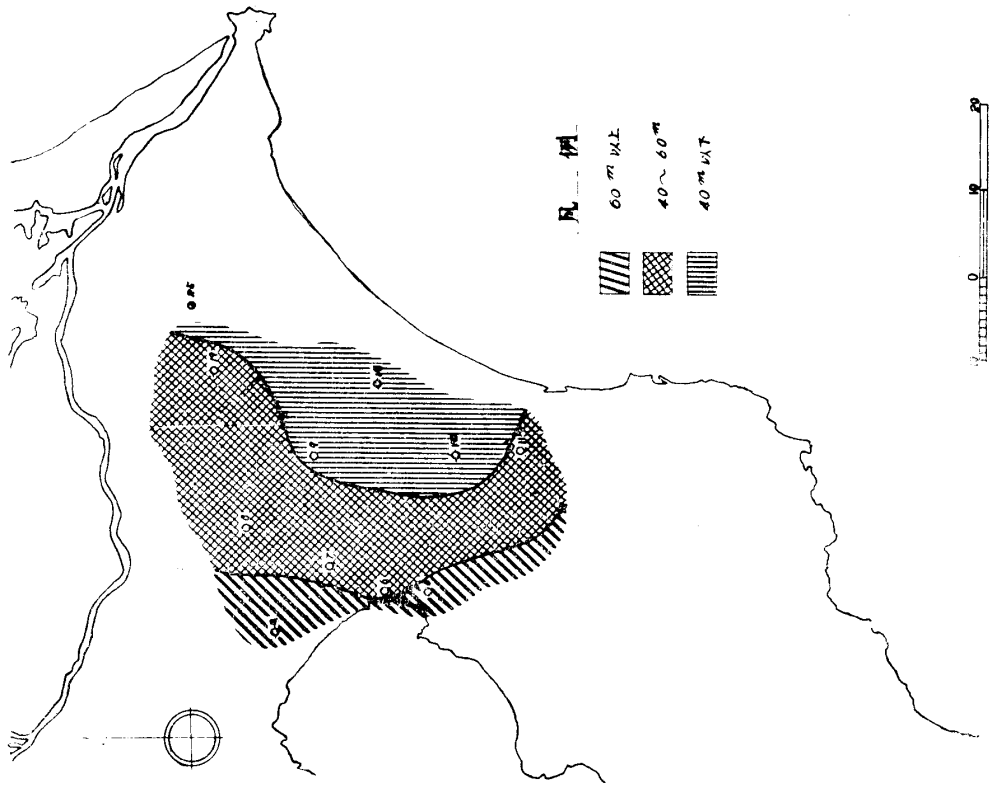




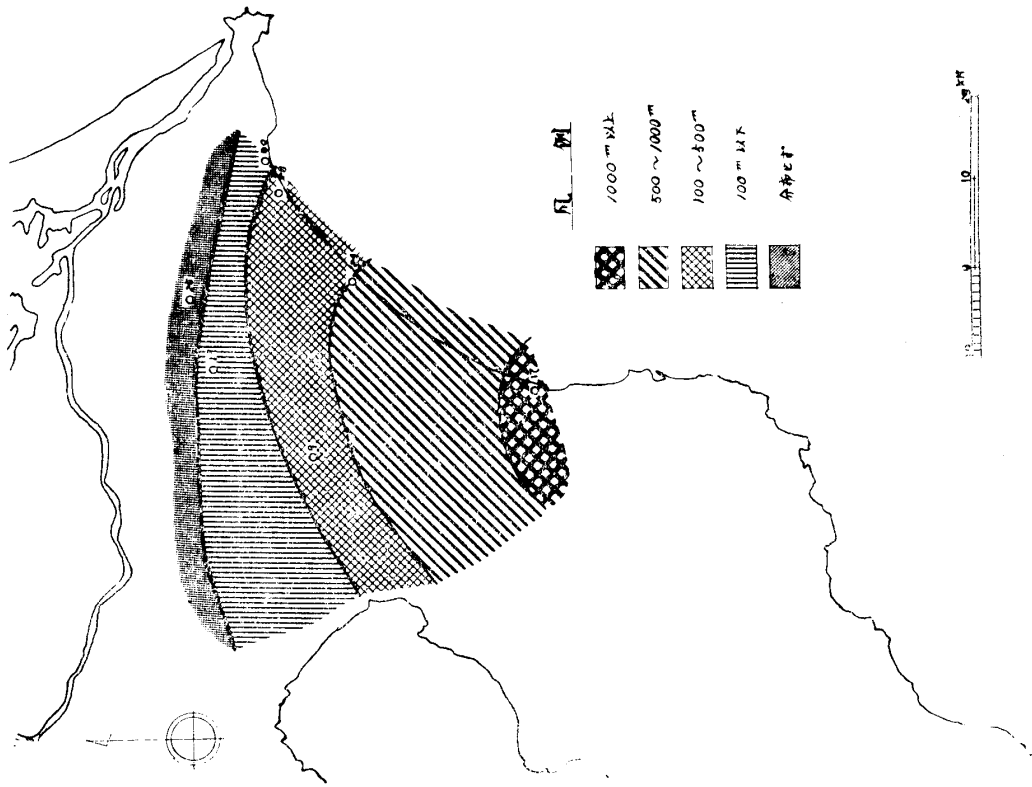
第14図 黄和 田層等層厚図



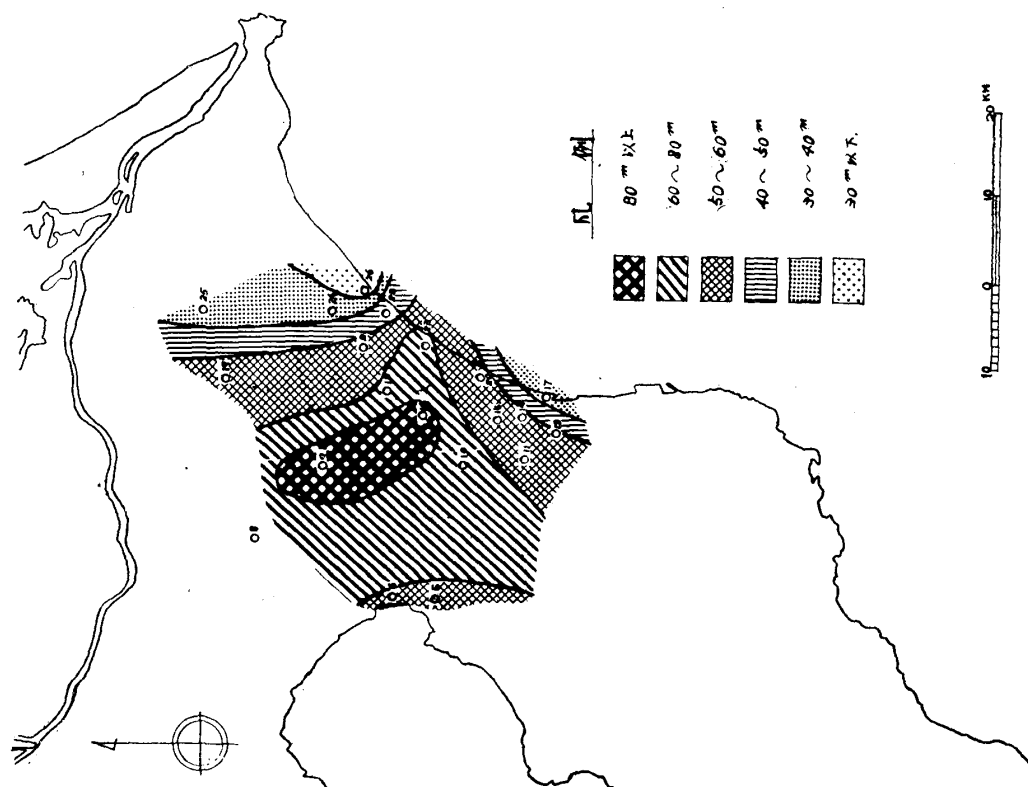
第13図 大田代層等層厚図



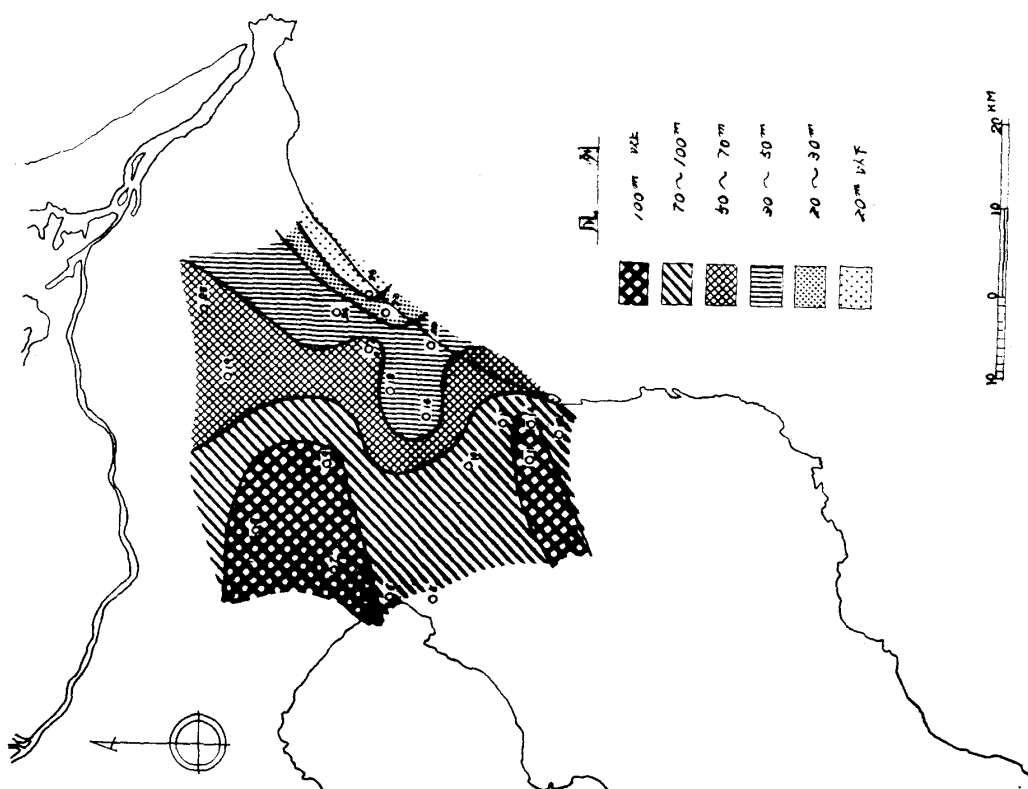
第16図 国本層等砂層厚図



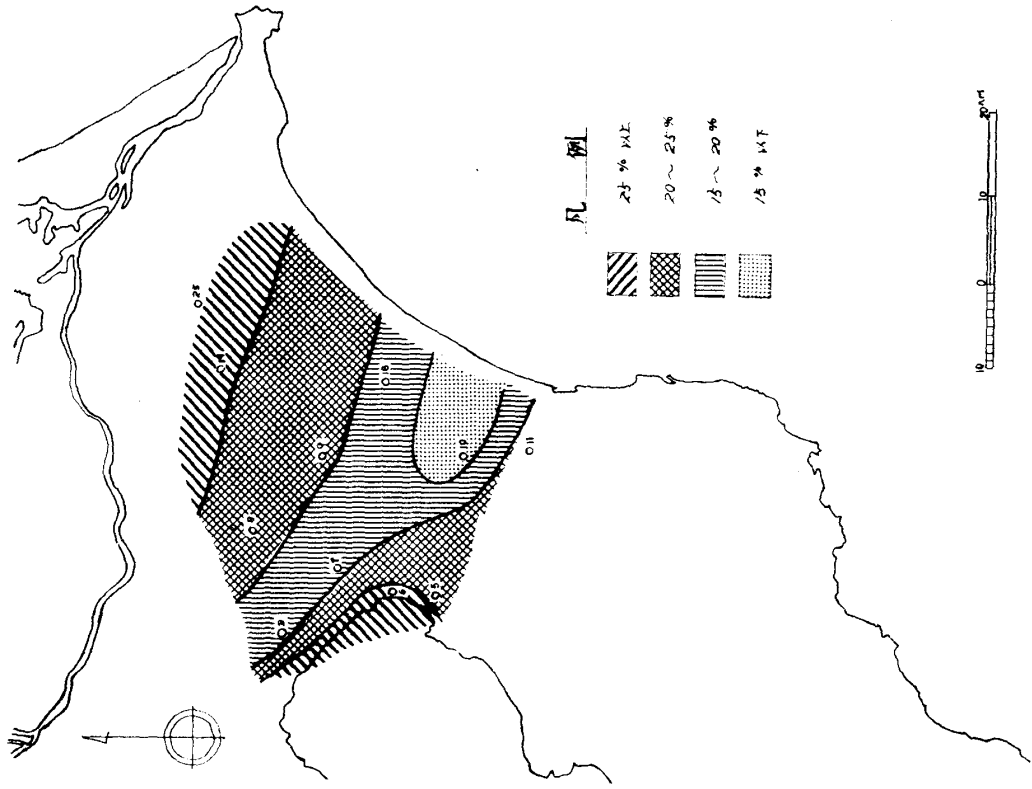
第15図 大原層以下等層厚図



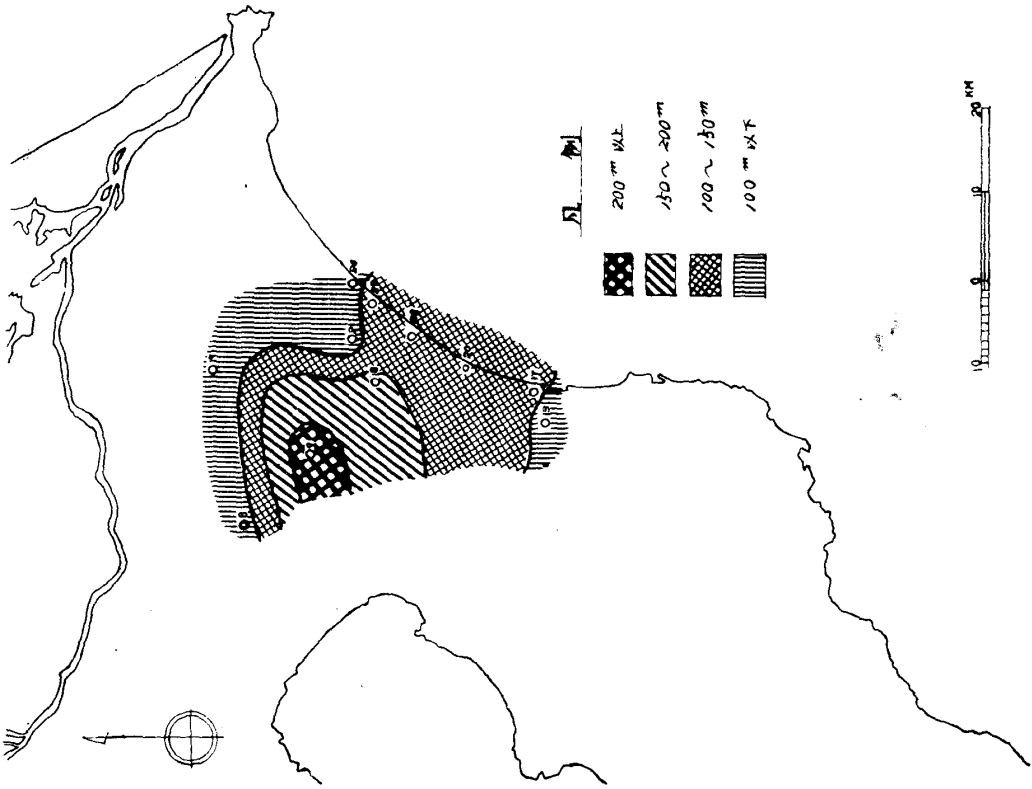
第18図 大田代層等砂層厚図



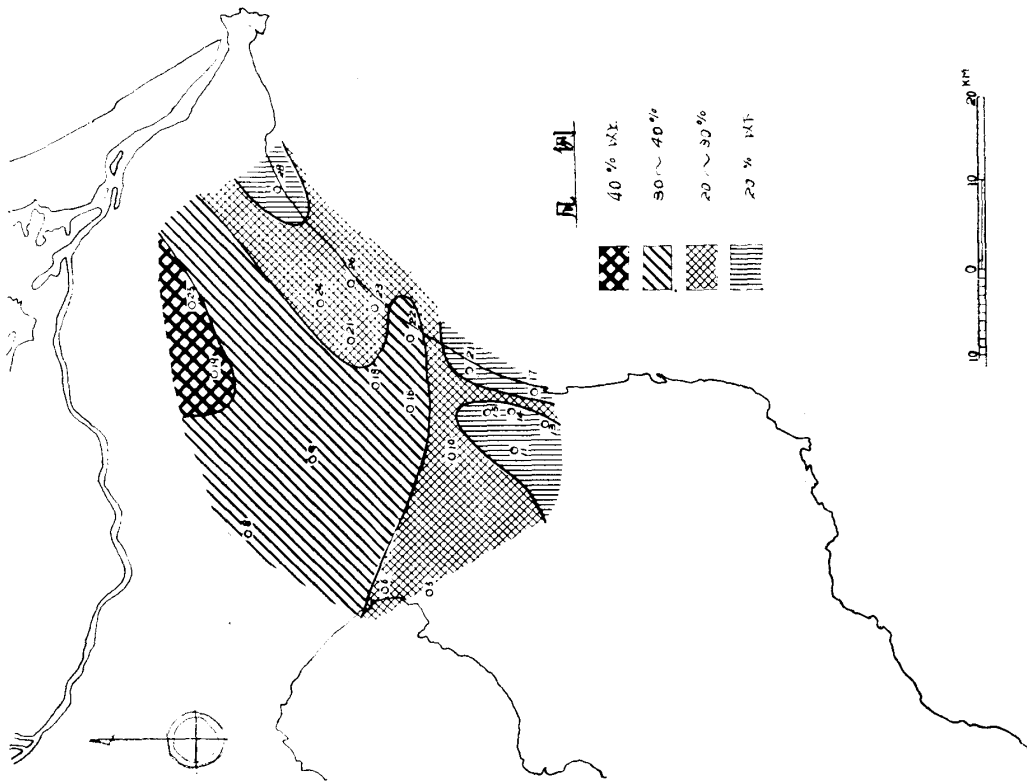
第17図 梅ヶ瀬層等砂層厚図



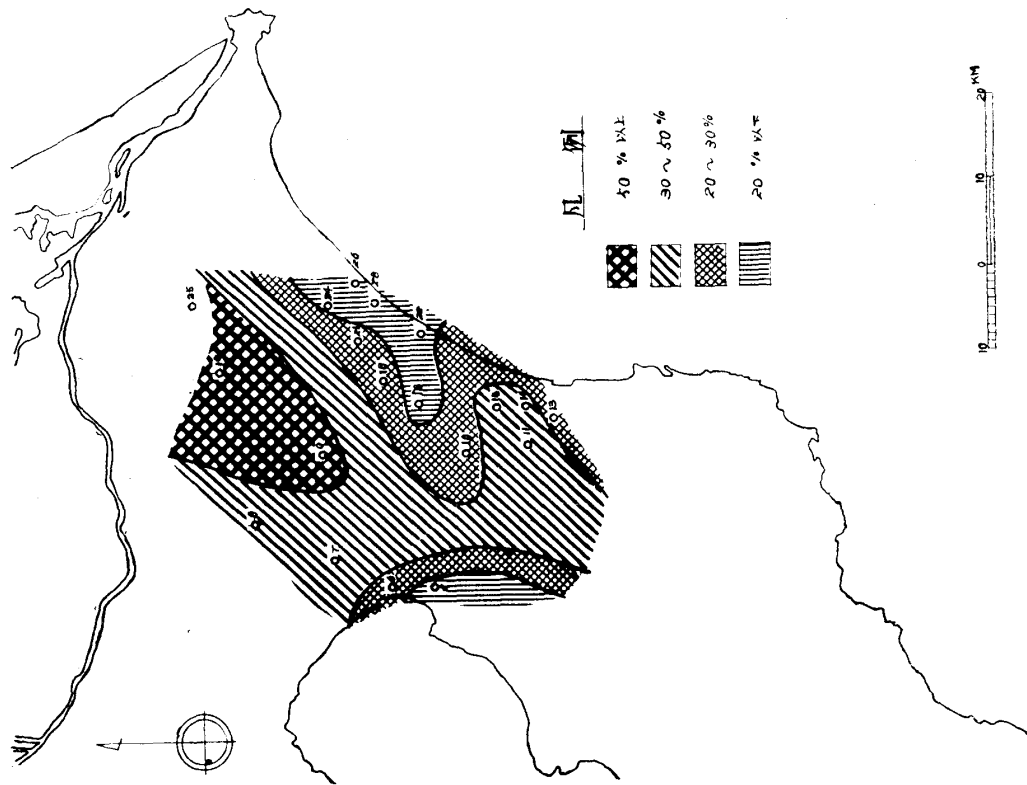
第20図 国本層含砂層率図



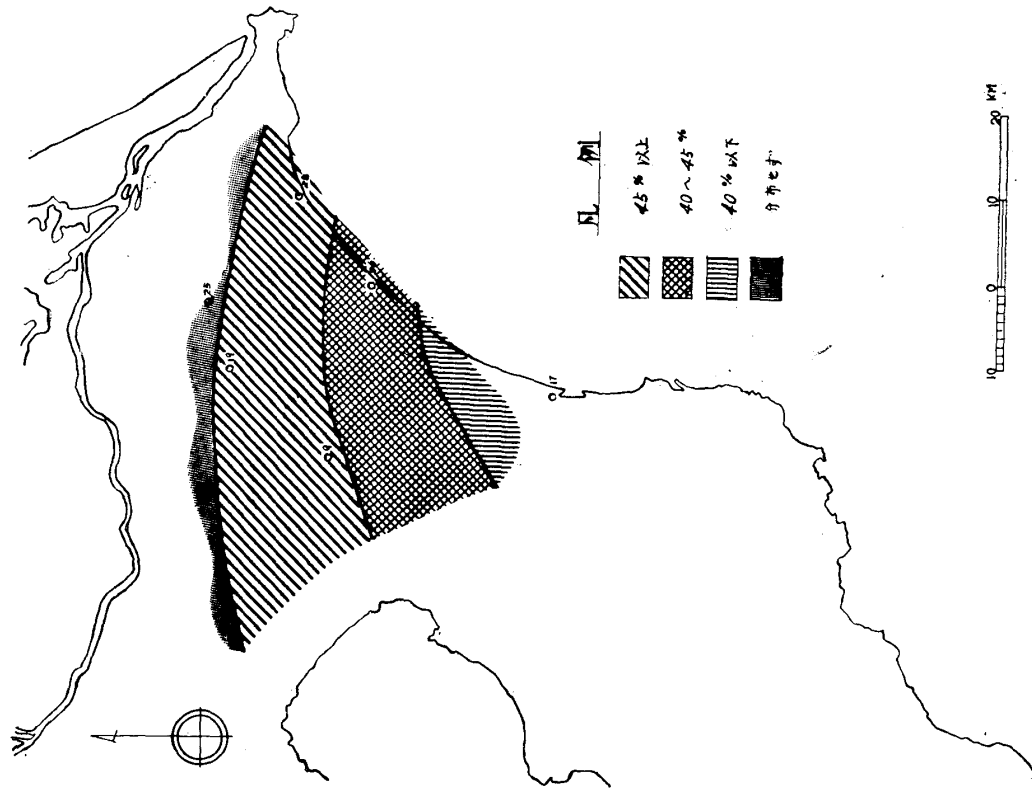
第19図 黄和田層等砂層厚図



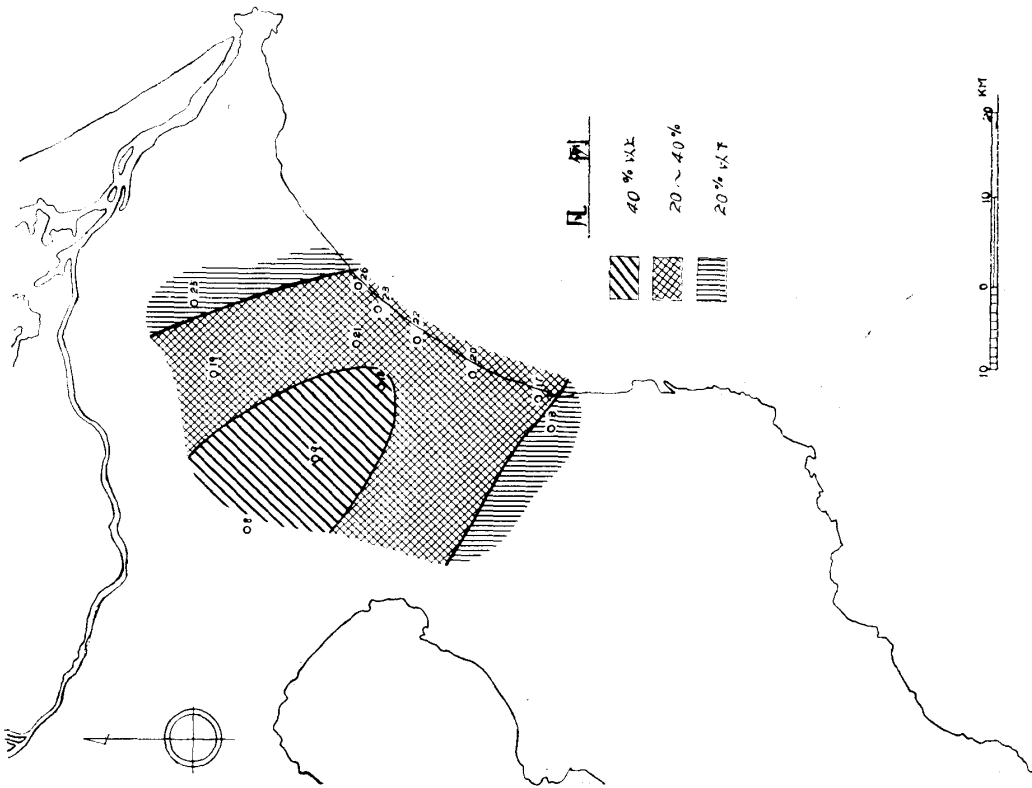
第22図 大田代層含砂層率図



第21図 梅ヶ瀬層含砂層率図



第24図 大原層以下含砂層率図



第23図 黄和田層含砂層率図

で南に向って低くなっている。

黄和田層においては、八街を中心とした地域が最も高率で、北東および南西に向って比較的規則正しく低くなっている。

大田代層においては、多古・菱田附近が最も高率であるが、その他の地域はかなり不規則な分布を示している。

梅ヶ瀬層においては、大田代層の場合と類似した分布の傾向を持ち、八街・菱田・多古にわたる地域が最も高率を示し、他はやはり不規則な分布を呈している。

国本層においては、菱田以北および千葉・習志野以西において最も高率を示し、中心部に向うにしたがって低率となる比較的規則正しい分布を示している。

以上のような層厚・砂層厚・含砂層率を通覧すると、第一に注目される点は、層厚の厚さの分布の中心が層準によりかなりずれている点である。すなわち大原層以下の層準ではその最も厚く発達する地域が九十九里浜南部から夷隅川流域附近およびその南方にあり、黄和田層々準ではそれがやゝ北に移動し、大田代層々準では茂原からその西方に移り、さらに梅ヶ瀬層々準では千葉市を中心とした内湾地域にまでかなり厚い堆積層の分布がみられる。

また国本層々準では、分布の中心が完全に千葉市の西に移っており、上総層群堆積の初期から堆積が進行するにしたがって、巨視的に見て堆積の中心が南東方向から北西方向に移動して行ったと考えられる。また梅ヶ瀬層の分布範囲は最も広域にわたり、その層準を示す有効な対比の基準となる同層上半の *Uvigerina akitaensis zonule* は利根川をこえた鹿島 R-1 号井においても確認されており、梅ヶ瀬層堆積期が海域のひろがりの最も広域にわたった時期にあたるものと考えられる。

また砂層厚および含砂層率の分布をみると大原層以下の層準においては、堆積盆地の中心から縁辺部にかけて比較的規則正しく砂層の割合が増しており、一応常識的な砂層の生成過程を示すものと考えられ、黄和田層々準においても分布の形態はやゝ異なり、規則性は若干乱されてはいるが、後述する大田代・梅ヶ瀬等の層準に比較すれば、やはりある程度規則性を残した分布の形態を呈している。

大田代層・梅ヶ瀬層においては、砂層の分布は極めて不規則なかたちをとるに至る。これは黄和田層以下とくに大原層々準以下のものとは全く異なった現象であり、これらの層準の砂層は黄和田層々準以下のものとは異なったでき方をした砂層であるということが推定される。

また国本層々準においては、ふたゝび砂層の分布は規則性をとりもどし、この時期にはふたたび砂層が安定した堆積のしかたで生成されたと考えられる。

要するにここにあげた資料の範囲内では、黄和田層以下、および国本層の砂層は比較的常識的なかたちと場所において生成されたものが大部分であり、大田代層・梅ヶ瀬層のものは、二次的要因がかなり強く働いているものが多いことが考えられる。

以上は千葉市以東の坑井資料のみからの結論であるが、養老川流域・大多喜附近の地表の岩相柱状図を検討してみてもこの結論には全く変りはない。

X 千葉県ガス田地域における上総層群堆積の地史と地層生成過程に関する考察

前項までに千葉県下のガス田、主として千葉市以東の地域に関して九十九里沿岸地域の微化石層序を中心に、上総層群各層の堆積環境・厚さの分布・岩相等についてのべて来たが、本項においては、これらの資料を総括して上総層群堆積期の地史的考察を進めながら地層生成過程についての検討を行ないたいと思う。

上総層群の堆積は、現在の九十九里浜南端以南において、東方からの海進の開始とともに始まった。堆積の初期、すなわち勝浦・浪花層等の堆積期には湾の規模は小さく、水の流動のはげしいか

なり不安定な海況であった。このような状態は、地表においてこの層準に数多くみられる異常堆積・粗粒堆積物の不規則な混入によって物語られている。

ついで大原層の堆積期には、堆積の状態はやゝ落着きをみせ、海域もある程度のひろがりを持つに至ったが、この時期には砂の堆積は海岸近くに多量におこなわれ、深海にはとぼしいという常識的な堆積のしかたで進行した。

黄和田層堆積期前半は、少くとも千葉市以東地域では最も安定した bathyal の環境のもとで堆積が進行したと考えられるが、同層堆積期後期からはそろそろ浅所からの砂の二次的な運搬・堆積がある程度みられるようになったと考えられる。この現象は黄和田層の砂層の分布が大原層以下に比してやゝ不規則なものになって来ること、同層上半の化石群集がやゝ複雑な組成を示すことなどから推定されるが、化石相が北西部ではかなり浅海性の要素がみられること、砂が当時の湾奥部に近かったと思われる場所に比較的豊富なこと等考え合せると、それほど二次的な堆積物の量が多かったとは考えられない。

大田代・梅ヶ瀬層の堆積期に至って海進はさらに進行し、梅ヶ瀬層堆積期には海域のひろがり是最も広範囲におよんだと考えられるが、この両層の砂層の分布が極めて不規則な形態を呈しており、同時に化石群集組成の上からあきらかに本来の環境より浅いところから二次的に転位したと考えられる種がかなりみられるところから、これらの時期には、turbidity current 等による浅海からの堆積物の二次的な移動・運搬作用が顕著であって、またこの時期の砂層の生成過程は大原層以下、あるいは国本層の堆積期のものといちじるしく異なり、浅海からの turbidity current 等によるものが大部分を占めると推定することができよう。また梅ヶ瀬層の砂層の分布をみると、当時の陸地に近かったと考えられる地域、および陸地から遠かったと考えられる地域にそれぞれ砂の堆積の中心があったことが推定されるが、同じ梅ヶ瀬層の砂層でも、これらの間には生成過程の上に本質的な差があったものと思われる。

次に国本層の堆積期においては、化石の内容が bathyal から neritic なものに変化すること、化石相の深海性種に富んだ地域がいちじるしく後退すること、および層厚の分布等から考えて明らかに海退期に入ったものと考えられ、しかもその海退の速度は海進の場合に比してかなり速やかだったと思われる。この時期の砂層の分布はふたゝび規則性に富んだものとなり、ふたゝび大原層以下のような常識的な砂層の生成を繰り返したと考えられる。

国本層堆積期以後は、海は浅化の一途をたどり、上総層群最上部の笠森層堆積期には、全層群堆積期間中最も浅い環境にあったと考えられる。

またこれらの堆積期間を通じて堆積の中心は南東—北西方向に移動し、堆積の初期には九十九里南部夷隅川流域付近にあったものが、国本層堆積期以後には完全に千葉市西方に移って行ったと考えられる。

要するに勝浦層より笠森層への上総層群堆積期間は、堆積条件変化の大きな1サイクルを描いており、その間にそれぞれの堆積期固有の地層生成過程をたどりながら、堆積を進行せしめたものと考えられ、緩漫なテンポで厚い堆積物を生成せしめた単調な堆積輪廻の好例として考えることができよう。

XI 微化石層序を基礎にした鉞床地質学的考察

天然ガス鉞床の探鉞および鉞床としての価値判定をおこなう場合には、地質学的・古生物学的・地化学的あるいは物理学的なさまざまな方法を通じて考察をこゝろみ、それにもとづいて探鉞・開発の基本方針を樹立するのが現在一般に用いられている方法である。中でも微古生物学的方法は、それによってまず坑井相互間の対比を完成し、ガス層の分布状態ならびにその消長を明らかにする

役割を果し、同時に現在の生態学の知識を参照しつゝ地層の堆積環境を把握し、堆積盆地内に分布するガス層の生成過程についての地史的考察を進める重要な基礎資料となることができる*。水溶性天然ガス鉱床の成立条件の第一は、その鉱床が経て来た地史的過程にもとづく必然性から発するものが第一義的なものである** ことを思えば、微古生物学の研究が天然ガス鉱床の鉱床地質学的考察の上に極めて重要な意義を持つものであることは論をまたない。

筆者はそのような観点から、微古生物学を研究し、あわせて現在千葉県下ガス田の探鉱・開発関係の業務に従事している者としての立場において、こゝに前項までに述べて来た微化石層序を中心とする種々の資料から考えられる上総層群生成の地史的事実を背景として、千葉県下のガス田地域の上総層群に関して鉱床地質学的な若干の考察をこころみ、同時に今後に残された問題点——いゝかえれば今後の探鉱方針中微化石研究分野に負わされるべき課題——について整理してみたいと思う。

筆者は本論文において、これまでほとんど坑井密度の大きい千葉市以東地域について論述し、地下の微化石層序による対比、堆積環境の変遷、地層生成過程に関する考察等をすゝめて来たが、千葉県下のガス田に関する鉱床地質学的考察をすゝめるに当っては、当然千葉市以西の地域*** に関する知識も考慮に入れなければならない。しかし千葉市以西地域に関しては、微化石層序の資料も充分でなく、したがって従来千葉市以東地域との対比も明確な結論は得られていなかった。最近船橋市においてドリリング工業株式会社により船橋 FR-18 号井が掘削され、筆者は千葉市以西地域において始めて詳細な微化石層序を調査する機会に恵まれ、その結果についてはすでに報告済みであるが、**** この資料は現在の段階においては、千葉市以西地域における代表的な坑井の微化石層序資料ということができると思われる。したがって本項では主としてこの資料を参照しつゝ千葉市を中心とした県内地域についての考察をすゝめることにしたい。

船橋 FR-18 号井の微化石層序およびその微化石層位学的意義については既報の通りであってこゝに繰返すことはさけるが、その結論の要点のみを列記すると以下のごとくである。

- 1) 浮游性有孔虫および底棲有孔虫の資料から、665 m を国本層の下底、1450 m を黄和田層の下底、1877 m 以深を一応中新統の可能性の強い先上総層群と考えることができる。
- 2) 約 1000 m の深度までは、*Pseudononion*, *Elphidium* および *Streblus* 等からなる完全な浅海性種のための化石群集によって占められ、1000 m 以深、上総層群の下底と考えられる深度までは、*Bulimina*, *Uvigerina* を主体とする比較的安定した bathyal の化石群集からなっている。
- 3) この浅海・深海の化石群集の境界は、ほぼ大田代層中部ないし下部の層準に相当するものと考えられる。

この坑井の微化石層序が確認されたことは、従来からその知識に乏しかった千葉市以西地域においてはじめてこの種の資料が判明したということで新たな対比の基準も設定され、その意義は極めて大きかったといえるが、この結果まず知られることは、既述のように千葉市以東地域における梅ヶ瀬・国本両層間の bathyal から neritic に移る堆積環境の変化がこの地域においては、大田代層準にはじまり、またその浅化の度合が一そうはなはだしく、むしろ littoral ないしはそれに近い環境を示しているということである。

千葉県下のガス田におけるこれまでの主要産ガス層の層位的分布をみると、第7表に示す通り、梅ヶ瀬層・大田代層を中心とした層準を対象にしたものが極めて多く、ことに千葉市以東地域にお

* 文献 18

** 文献 28

*** ここにいう千葉市以西地域とは千葉市西方における大田代層準以上の化石相の変り目より以西の意味であって、厳密に千葉市を境にしてその西方を指すものではない。以下同じ。

**** 文献 16

第7表 千葉県下ガス田における主要ガス層の層位分布

地域 層名	市 川	内 湾 地 域					内 陸 部		九 州 里 治 岸			美 濃 川 産 区 中 部	
		船 橋	習 志 野	八 千 代	千 葉	八 幡 宿	五 井	西 部	東 部	北 部	中 部		南 部
笠 森 層													
長 南 層													
柿の木台層													
国 本 層													
梅ヶ瀬層													
大田代層													
黄和田層													
大 原 層													
浪 花 層													
曙 浦 層													

福田 (1962) の図に筆者が加筆修正したもの。

線の太さは、開発実績生産量等から見てその層に対する比重の
かかり方を極めて概念的に現わしたもの。

いては、開発の実績および生産量等を考慮した場合、この層準に対する比重は他の層準に比してい
ちじるしく大きなものがあるといえる。

この現象の最も根本的な要因としては、堆積環境および地層生成過程考察の項でものべたように、
大田代層・梅ヶ瀬層の堆積期は海域が最も広範に拡がった時期であって、しかもその中に夾在する
ガス貯留層となっている砂層の大部分が、浅海より二次的に深海に運びこまれたものであるという
点である。

一般にいわゆる水溶性天然ガス生成のために、好適な環境の一つとして還元性に富んだ bathyal
の海底があげられているが、ガス発生の原物質と考えられる有機物が多量に蓄積されたであろう深
海性の泥岩を母層として、その間に浅海から運びこまれ、分級・淘汰の度合がすぐれ、しかもかな
り厚く発達する砂層が貯留層として介在することは、天然ガス鉱床の成立には極めて好ましい条件
を具備していることが考えられる。このようなガス鉱床生成の条件とともに、前述のような上総層
群生成の地史的な背景を考えた場合に、梅ヶ瀬・大田代層準が千葉市以東において最も比重の大き
いガス層となっていることは当然のこと、考えることができよう*。さらにこのような考え方から
すると、千葉市以東地域においては、黄和田層々準は母層として極めて優れた性質を持つてはいる
が**、貯留層としては砂の二次的な移動・堆積の量は乏しかったと考えられる点から、ガス鉱床と
しての価値は梅ヶ瀬層・大田代層々準と比較した場合には若干劣るものと考えられ、また大原層以
下の層準については、堆積環境・地層生成過程の面から考えてさらに劣るものと考えざるを得ない。
河井 (1961)*** がすでに述べているように、南関東ガス田全般にわたって大原層以下の層準を対
象とした鉱床は、地層水の塩分濃度が極めて高いにもかかわらず、一般にそれより上位を対象とし

* 河井 (1963) が文献33において上総層群中のヨード鉱床について論じているが、河井によれば、千葉市以東
地域においてはヨード鉱床として大田代・黄和田層準がもっともすぐれており、ヨードは天然ガスと成因的
にある程度の関係が考えられるということであるが、この事実は鉱床成立の第一義的な要因として兩種鉱床
間のある程度の共通性として認めることが出来ると考えられる。

** この点に関しては文献 61 において田代も指摘している。

*** 文献 32

たものよりもガスポテンシャルにおいて低い傾向があるというが、この事実をもたらしした第一義的要因はこの辺にもあるのではないかと考えられる。

さて千葉市以西地域に目を転じた場合、上述の船橋FR-18号井の資料等から考えると、この条件はいちじるしく変化していることを認めなければならない。すなわち千葉市以東において bathyal の堆積物である梅ヶ瀬層・大田代層々準は、千葉市以西においては完全な浅海性の堆積物に移化し、船橋では黄和田層々準のみが bathyal の堆積物として残されているのである。

このような事実から考えると、上述のような考え方にもとづく梅ヶ瀬・大田代層に対する鉱床としての評価の基準は、すくなくとも千葉市以西地域においてはある程度の変化を来たすものと考えざるを得ない。すなわち千葉市以西地域のこれらの層準に関しては、その鉱床生成の第一義的条件が以東地域に比していちじるしく異なっていると考えられる。

実際に水平・垂直方向とも容易に移動・供給の行なわれる流体である天然ガスの特性として、その堆積環境の変化の境目から急激に鉱床としての条件が急変することは考えられないにしても、この堆積環境の変わり目から以東と以西とでは、探鉱・開発の基本方針設定にあたっては、その鉱床をとりあつかう場合にそれぞれ異なった角度から検討を進めなければならないと考えられる。*

さらにこゝでもう一つ考えなければならないことは、このような大きな堆積環境の水平的変化が何に起因したものであるかということである。少くとも黄和田層堆積期には千葉市以東および以西にかけて bathyal の堆積環境であったものが、大田代層堆積期に至って千葉市以東では bathyal、千葉市以西ではむしろ littoral に近い環境を持ち、国本層堆積期には千葉市以東では neritic、以西では littoral に近い環境を持つということはどこに原因があったのであろうか。

ここで考えられることは、この両地域の大田代層堆積期以後における堆積条件の差ということである。すなわちこのような堆積盆地における堆積作用進行の過程において、堆積速度と基盤の沈降速度との相関性から、一方においては深海性の堆積物が厚く生成され、もう一方においては浅海性物質からなる同時堆積物が生ずることは容易に考えられる。これが果してこの変相を由来した原因のすべてであろうか。あるいはこの他に何等かの別の要因がともなうものであるかということ、現在の段階ではそこまで究明する資料に乏しい。しかしもしそのような解釈がある程度まで正しいものとするならば、沈降速度の異なる一連の基盤の境目には、基盤としての構造上、何等かの特異な現象がみられる可能性があると考えられよう。これを従来より一部においてその存在の可能性について論じられつゝある成田・船橋間における一連の基盤のたかまりの存否と関連づけて考えると、このような変相の境目附近にそのような基盤の特異な形態の部分が存在するという可能性も絶無とはいへないように思われる。もしその存在が立証されれば、その基盤のたかまりの存在する地域の探鉱・開発の基本方針は、やはり別個の観点から考えられるべきであろうし、基盤の上に分布して鉱床を形成する地層の発達状況如何によっては、遊離ガスの存在を予想することも可能であろう。

要するに微化石層序の資料を基礎にして検討した場合、千葉市西方における上総層群中の微化石相の変化と、それをもたらしした要因とは、鉱床地質学的観点からすれば、探鉱方針の決定および開発方式の立案の上に大きな問題を提起するものであり、これらの問題の今後における徹底的な解明は、探鉱・開発上に大きな足がかりを与えるものとなるであろう。

すなわちこのような考え方の上で今後に残される問題点、いいかえれば今後微化石層位学的研究を手段とする探鉱上の課題としては、次の諸点が考えられる。

1) 大田代層準以上の化石相の変化する地点がどこにあるか。

* ガス鉱床の性格および優劣を決定する要因は、鉱床を形成する地層の生成当時の条件およびその後の二次的な条件とが複合して決定されるものであり、地層の生成環境および生成過程等のみからそれを速断することは極めて危険である。しかし少くとも、初生条件に大きな差のある鉱床は、それをとりあつかう場合にそれぞれ別個の考え方にもとづく過程を設定すべきであると思われる。

2) とくに上部層が浅海相に変相している地域において、厚いしかも砂の発達の良い深海相の地層はどのような分布を示すか。

3) 変相をもたらした要因は何であるか。

4) 変相部の境界附近の地質条件、とくに基盤の状態がどのようになっているか。

以上のような問題点に関しては、今後さらに単に微古生物学的方法のみならず、地質学およびその他種々の方法を用いて解明しなければならない課題であり、これをある程度適確に解明し得たならば、学術的面上においては勿論、天然ガスの探鉱・開発の実務の上にも貢献するところ極めて大なるものがあるであろう。

XII 要約および結言

筆者は本論文において、主として微古生物学的方法により、千葉県下のガス田における代表的な一断面である九十九里沿岸地域の各坑井の対比を行ない、それにもとづいて上総層群の堆積環境を推定し、あわせて県下においてすでに掘削された他の諸坑井の資料を総合して県下のガス鉱床の生成の地史およびそれを形成する地層の生成過程について検討し、さらに鉱床地質学的な若干の考察をこゝろみた。

以下筆者が論述したおもな内容について要点をのべると以下のごとくなる。

1) 九十九里沿岸地域の坑井資料からすれば、上総層群は 11 の zonule に分帯され、これらの zonule はいずれも地表と坑井、あるいは坑井相互間の対比の上に有効である。各 zonule の内容については第 1 表に示す通りである。

2) 九十九里沿岸地域の断面では、南西から北東に岩相はいちじるしく変化するが、化石相の変化は少なく対比は容易であり、また県下他地域の坑井資料とも容易に対比することができる。

3) 北東銚子方面に向って各 zonule とともに厚さを減少し、基盤に対して収斂する様相を呈する。またこれとともに各 zonule の化石相も若干の変化をみせている。すなわち地域により群集組成に若干の変化がみられ、また zonule によっては北東に向って尖滅しているものもある。また全般的に堆積盆地縁辺部の近くでは、相接する zonule 相互間に化石種の contamination がみられ、zonule の境界は不鮮明なものになっている。

4) 分帯された各 zonule の堆積環境を考察すると、千葉市以東地域においては、上総層群最下部はやゝ浅海性の海進の初期の条件下の堆積相を示し、黄和田層から梅ヶ瀬層の間は完全な bathyal の環境の堆積物であり、梅ヶ瀬層堆積期には海域の拡がり最も広範となり、国本層堆積期以後は海退期に入って、neritic ないしそれ以浅の浅い環境をもち、全体として単調な 1 サイクルの堆積輪廻を示す。

5) このような地史的背景のもとに、地層生成過程を考察すると、東方からの海進の進行とともに、上総層群下部層は南東に厚く、上部層は北西に厚い。これらの事実から巨視的に見て堆積の中心は南東から北西に移動して行ったものと考えられる。また各層の砂層の分布をみると、大原層以下および国本層の砂層は比較的規則正しく分布し、黄和田層ではやゝ不規則に、大田代・梅ヶ瀬層ではいちじるしい不規則な分布を呈している。このような事実から、大原層以下および国本層等の砂層は比較的浅いところに多量の砂が発達するという常識的な生成過程ででき上がったものが大部分と考えられ、一方梅ヶ瀬層・大田代層の砂層は turbidity current 等による二次的な運搬・堆積の結果でき上がったものが大部分と考えられる。

6) 微化石資料の精度から考えて、千葉市以西地域で最も代表的な坑井というべき、船橋 FR-18 号井の坑井資料を参照すると、千葉市以西地域では大田代層準以上の地層が浅海性のものに変化していることがあきらかであり、このような事実から上総層群に関しては、鉱床地質学的観点か

ら千葉市以東地域・千葉市以西地域（変相の境目より以東・以西の地域）およびその変相部附近の地域と一応それぞれの角度からの探鉱・開発をすゝめるべきであると考えられる。

本地域に関しては、すでに掘削された坑井の数も多く、多数の研究者によるさまざまな角度からの研究がなされているので、微古生物学的および鉱床地質学的な面に関しての大綱はすでに明らかにされているといえるが、細かい点についていえばなお種々の問題が残されている。鉱床地質学的な面についての今後の問題点は、すでに前項において指摘した通りであるが、その他の面について述べると次の通りである。

1) 第一に現在までに掘削された坑井の最深の深度において、正確にいずれの層準まで掘り進んでいるかということの確認である。これは本論文においては、とくに OT-2 号井の微化石層序をのべるにあたって指摘した点であるが、この確認のためには隣接地域において、さらにこの坑井と同層準ないしはそれ以下の層準にまで掘りすゝめた坑井の資料が必要であると考えられ、問題の解決は少くともその時期以後にならなければ果されないとと思われるが、本論文において述べて来た種々の考え方をより正確なものとするためにも、極めて重要な研究課題であると思われる。

2) 次に考えられることは、とくに九十九里町附近においてみられる特異な化石相の変化、すなわち少くとも千葉市以東地域においては最も信頼性のある対比の鍵となっている *Uvigerina akitaensis zonule* の変相についてである。これがいかなる原因でこのような現象を呈しているのか、この問題の解明は同時に各層準にみられる若干の化石相変化の解釈上にも有効な手がかりをあたえるものであろうし、同時にガス層生成過程に関する考え方にも影響をあたえるものとなる可能性も大きい。

3) さらに残された大きな問題点としては、前項において指摘した千葉市西方における大田代層準以上の化石群集の変相とも関連を有することであるが、千葉県下全域にわたって考えた場合、堆積の初期から末期にかけて、海面のひろがりならびにその深度が正確にはどのような過程をたどったかということである。

筆者が本論文においてのべた上総層群の古環境推定にもとずいた地史は、あくまでも千葉市以東地域についてののみいえる一応の考え方であって、さらに広範な地域について同様の考察を試みた場合に、海進の主たる方向、その頂期等が果してどのようなものであったかという疑問が生ずる。

このような問題の解明は、現在までに資料の乏しい千葉市以西地域において、さらに数多くの資料を検討することがのぞまれる。

いずれにしても微古生物学的研究は、現在の段階では実務上もはや単なる坑井間の対比のための単純な機械的作業の域を脱し、他の種々の地質学的資料とあわせ検討することによって、ガス層の生成、その優劣等を診断するための極めて有力な一つの研究方法となりつゝある。その有効性をさらに高めるためには、有孔虫に関する現世の生態学的知識をはじめ、地化学的・地球物理学的およびその他の種々の知識を導入することが必要である。またこのガス田を形成する地層の岩相、すなわち砂泥互層の生成の態様そのものについても、堆積学的観点からさらに詳細な研究が望まれるところであるが、このような面においても微古生物学の果たす役割は極めて大きい。

筆者は天然ガス鉱床の探鉱・開発に従事するものとしての立場から、今後とも微古生物学的研究を中心として種々の方法を用いての調査研究をおこない、上述の諸問題点を中心に検討を進めたい所存であり、その結果が少しでも学術上あるいは実務上に資するところがあれば、真に幸いと考えるものである。

参 考 文 献

- 1) American Commission on Stratigraphic Nomenclature, 1961, Code of stratigraphic nomenclature.

- A.A.P.G., Bull.*, 45 (5), p. 645~665.
- 2) 浅野 清, 1938, 房総半島の化石有孔虫群. 東北大地質古生物邦文報告, 31, p. 57~96, pls. 6~9, text-fig. 1, tables 1~20.
 - 3) Bandy, O.L. & Arnal, R.E., 1960, Concept of foraminiferal paleoecology. *A.A.P.G., Bull.*, 44 (2), p. 1921~1932, text-figs. 1~14.
 - 4) Bandy, O.L. 1961, Distribution of Foraminifera, Radiolaria and Diatom in sediments of the Gulf of California. *Micropaleontology*, 7 (11), p. 1~26, pls. 1~5, text-figs. 1~14, tables 1~3.
 - 5) 房総・三浦研究グループ, 1958, 房総半島並びに三浦半島新世代地層群の浮遊性有孔虫化石による対比. 有孔虫, 9, p. 34~39, table 1.
 - 6) 地質調査所石油課, 1951, 東京都江東区天然ガス井の成功に就いて. 石技誌, 16 (4), p. 9~12. text-fig. 1, table 1.
 - 7) 地質調査所編, 1957, 日本鉱産誌, BV-b (石油および可燃性天然ガス). 硯書房, p. 266~404, text-figs. 1~41, tables 1~25.
 - 8) Deutcher Mikropaläontologen, 1962, Leitfossilien der Mikropaläontologie Gebrüder Borntraegen Berlin-Nikolassee, p. 1~432.
 - 9) Fenton, C.L. & Fenton, A.F., 1928, Ecologic interpretation of some biostratigraphic terms. *Am. Midland Natur.*, 11 (1), p. 1~23.
 - 10) 福田 理, 1962, 仏子粘土層中の亜炭層の堆積過程とそれに関連する諸問題. 化石, 3, p. 9~12, tables 1~4.
 - 11) Geological Survey of Japan, 1960, Geological map of Mobarra Gas Field.
 - 12) Green, K.E. 1960, Ecology of some arctic Foraminifera. *Micropaleontology*, 5 (1), p. 101~126, pl. 1, text-figs. 1~21.
 - 13) 樋口 雄, 1954, 宮田層の有孔虫化石群について. 地質雑, 60 (703), p. 138~144, pl. 1, text-figs. 1~2, tables 1~3.
 - 14) 樋口 雄, 1956, 三浦半島北部の有孔虫化石群について. 地質雑, 62 (725), p. 49~60, pl. 1, text-figs. 1~6, table 1.
 - 15) 樋口 雄・菊池良樹, 1962, 南関東ガス田における地層生成過程に関する一考察 (演旨). 地質雑, 68 (802), p. 413.
 - 16) 樋口 雄・菊池良樹, 1963, 上総層群に関する微化石層位学的ならびに鉱床地質学的研究. 石技誌, 29 (1), p. 22~28, text-figs. 1~6.
 - 17) 石和田靖章, 1954, 本邦東方海域の有孔虫遺骸群集の分布. 有孔虫, 2, p. 1~4, table 1.
 - 18) 石和田靖章, 1954, 房総半島を中心とした微化石層位学 (MS). 日本古生物学会における演旨 p. 1~10.
 - 19) 石和田靖章, 1958, 九十九里沿岸の一断面. 有孔虫, 8, p. 43~48. text-figs. 1~2, table 1.
 - 20) 石和田靖章, 1959, 千葉県横芝 R-1 号井の試掘結果について. 地調月報, 10 (6), p. 55~56, text-figs. 1~8, tables 1~2.
 - 21) Ishiwada, Y. 1964, Benthonic Foraminifera of the Pacific Coast of Japan referred to biostratigraphy of the Kazusa Group. Report No. 205, Geological survey of Japan. p. 1~45, text-figs. 1~14, pls. 1~8.
 - 22) 石和田靖章・品田芳二郎, 1953, 東京ガス田江戸川試掘井のコア試験について. 石技誌, 18 (1), p. 21~27, text-figs. 1~5, tables 1~2.
 - 23) 石和田靖章・品田芳二郎, 1956, 九十九里ガス田東金試掘井について. 石技誌, 21 (1), P. 13~21, text-figs. 1~5, tables 1~3.
 - 24) 石和田靖章・品田芳二郎, 1959, 千葉県飯岡 R-1 号天然ガス試掘井調査報告. 地調月報, 10 (6), p. 86~90, text-figs. 1~3, tables 1~2.
 - 25) 石和田靖章他 2 名, 1953, 千葉市における天然ガス試掘井のコア試験について. 石技誌, 18 (2), p. 66~74.
 - 26) 石和田靖章他 2 名, 1962, 南関東ガス田の微化石層序. 石技誌, 27 (3), p. 68~79, pl. 1, text-figs. 1~10, table 1.
 - 27) Kanaya, T. 1957, Eocene Diatom assemblages from the Kellogg and "Sidney" Shales, Mt.

- Diablo Area, California. *Tohoku Univ., Sci. Rep. Sec. Ser. (Geol.)*, 28, p.27~124, pls. 1~8, text-figs. 1~4, tables 1~6.
- 28) 金原均二他2名, 1958, 天然ガス——調査と資源—— 朝倉書店, p. 1~353, text-figs. 1~159, tables 1~71.
- 29) 金原均二他9名, 1949, 千葉県茂原町附近の天然ガス. 石技誌, 14 (6), p. 245~274, text-figs. 1~2, map 1.
- 30) 河井興三, 1952, 茂原ガス田西方周辺地域の地質及び天然ガス. 石技誌, 17 (1), p. 1~21, text-figs. 1~7, tables 1~2.
- 31) 河井興三, 1960, 南関東ガス田地帯の地質学的考察. 石技誌, 25 (4), p. 190~191.
- 32) 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. 石技誌, 26 (5), p. 1~55, text-figs. 1~19, tables 1~6.
- 33) 河井興三, 1963, 上総層群の堆積と鹹水ヨード鉱床との関係について(演旨). 石技誌, 28 (4) p. 156.
- 34) 河井興三他3名, 1950, 千葉県大多喜町附近の天然ガス. 石技誌, 15 (4), p. 151~219, text-figs. 1~25, tables 1~6.
- 35) 菊池良樹, 1960, 化石有孔虫による三浦・房総半島の対比(演旨). 地質雑, 66 (778), p. 461.
- 36) 菊池良樹, 1963, 房総半島における上総層群の微化石層序. 石技誌, 28 (4), p. 1~5, text-figs. 1~5.
- 37) 小池 清, 1949, 房総半島中部の地質 (II). 東大立地研報告, 3, p. 1~6.
- 38) 小池 清, 1951, いわゆる黒滝不整合について. 地質雑, 57 (667), p. 143~156, text-figs. 1~10, tables 1~4.
- 39) Kleinpel, R.M., 1938, Miocene stratigraphy of California. *A.A.P.G. Bull.*, p. 1~450, pls. 1~22, tables 1~18.
- 40) 桑野幸夫, 1953, 日本近海の現生有孔虫類の研究 I. オホーツク海南部の有孔虫遺骸群集 (1). 資源研彙報, 32, p. 71~83, text-figs. 1~9.
- 41) 桑野幸夫, 1954, 日本近海の現生有孔虫類の研究 I. オホーツク海南部の有孔虫遺骸群集 (2). 資源研彙報, 33, p. 56~67, text-figs. 1~3, table 1.
- 42) Krumbein, W.C. & Sloss, L.L. 1951, Stratigraphy and sedimentation. W.H. Freeman and Co. San Francisco and London, p. 1~497, text-figs. 1-1~14-8, tables 1-1~14-2.
- 43) Kuenen, P.H. 1950, Marine geology. John Wiley & Sons Inc. p. 1~568, pls. 1~2, text-figs. 1~246, tables 1~28.
- 44) McGlasson, R.H. 1959, Foraminiferal biofacies around Santa Catalina Island, California. *Micro-paleontology*, 5 (2), p. 217~240, text-figs. 1~18, tables 1~8.
- 45) 三土知芳, 1937, 1/75,000 地質図幅「茂原」
- 46) 三梨 昂他2名, 1959, 千葉県養老川・小櫃川の上総層群の層序. 地調月報, 10 (2), p. 9~24, text-figs. 1~6, table 1.
- 47) 日本地質学会編, 1954~1962, 地層名辞典日本新生界の部. 東大出版会, 東京, I~IV, p. 1~1867.
- 48) Phleger, F.B., 1952, Foraminifera distribution in some sediments samples from the Canadian and Greenland Arctics. *Cushman Found. Foram. Res. Contr.*, 3 (2), p. 80~88, pls. 13~14, text-fig. 1, table 1.
- 49) Pirson, S.J. 1950, Elements of oil reservoir engineering. McGraw-Hill Book Co. Inc., New York, Toronto, London, p. 1~441, text-figs. 1-1~7-20, tables 1-1~7-9.
- 50) Resig, J.M., 1958, Ecology of Foraminifera of the Santa Curtz Basin, California. *Micro-paleontology*, 4 (3), p. 287~308, pl. 1, text-figs. 1~14, tables 1~2.
- 51) 坂倉勝彦, 1935, 千葉県小櫃川流域の層序 (その1). 地質雑, 42 (506), p. 685~712, tables 1~5, fig. 1.
- 52) 坂倉勝彦, 1935, 千葉県小櫃川流域の層序 (その2). 地質雑, 42 (507), p. 753~784, tables 8~10.
- 53) Said, R., 1950, The distribution of Foraminifera in the Northern Red Sea. *Cushman Found. Foram. Res. Contr.*, 1 (1 & 2), p. 9~29, text-figs. 1~4, table 1.
- 54) 沢田秀穂, 1939, 千葉県夷隅郡勝浦町・興津町・上野村・安房郡小湊町・天津町の地質. 地質雑, 46 (551),

- p. 445~450, text-figs. 1~4.
- 55) 品田芳二郎他 2 名, 1955, 房総半島中部に分布する地層間の相互関係について (概報). 新生代の研究, 22, p. 20~23, text-figs. 1~2.
 - 56) 品田芳二郎・平沢 清, 1958, 千葉県北東部における地震探査結果の地質学的解釈——とくに浅層部速度層について—— 物理探鉱, 11 (1), p. 16~25, text-figs. 1~3, tables 1~7.
 - 57) 品田芳二郎・樋口 雄, 1958, 千葉県大原町・御宿町地方の地質 (未発表). 関東天然瓦斯開発 (株) 社内資料.
 - 58) Sverdrup, H. U., Johnson M. W., Fleming R. H., Ocean. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J. Charles E. Tuttle Co. p. 1~1087, text-figs. 1~265, tables 1~121, charts 1~7.
 - 59) Takayanagi, Y. 1954, Distribution of the Recent Foraminifera from the adjacent seas of Japan I. *Record of Oceanographic Works in Japan*, 1 (2), p. 78~85. text-figs. 1, tables 1~2.
 - 60) 高山俊昭, 1961, 房総半島小櫃川ルートにおける浮游性有孔虫化石群の時代的変遷 (演旨). 地質雑, 68 (802), p. 412.
 - 61) 田代修一, 1959, 水溶性天然ガスの母層とガス量との関係. 鉱山地質, 9 (37), p. 247~248.
 - 62) 内尾高保, 1951, 千葉県大多喜町附近の化石有孔虫群 (その 1). 地質雑, 57 (664), p. 13~20, text-figs. 1~2.
 - 63) 内尾高保, 1952, 千葉県茂原町西方の天然ガス地質. 石技誌, 17 (1), p. 23~27, text-figs. 1~8.
 - 64) Uchio, T. 1959, Ecology of shallow-water Foraminifera off the coast of Noboribetsu, southwestern Hokkaido, Japan. *Publ. of the Seto Marine Biological Laboratory*, 3 (3), p. 295~302, pl. 1, text-figs. 1, table 1.
 - 65) Uchio, T. 1960, Benthonic Foraminifera of the Antarctic Ocean. *Biological Results of the Japanese Antarctic Expedition*, 12, p. 3~20, pl. 1, text-figs. 1~3, tables 1~2.
 - 66) 内尾高保・村井 勇, 1951, 房総半島中部の養老川以東の地質 (演旨). 地質雑, 57 (670), p. 287.
 - 67) Vladimir, Pokorny, 1958, Grundzüge der zoologischen Mikropaläontologie I. *Veb Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin*, p. 1~582.
 - 68) Zalesny, E. M., 1959, Foraminiferal ecology of Santa Monica Bay, California. *Micropaleontology*, 5 (1), p. 101~126, text-figs. 1~21, table 1.

Microbiostratigraphical Studies of the Gas Field in Chiba Prefecture, Japan

By

Yū Higuchi

Abstract

The gas field in Chiba Prefecture occupies the main part of the gas-producing area of the southern Kanto region, and is one of the largest gas fields in Japan.

Stratigraphically the majority of the gas-producing strata in the area are restricted to the marine Kazusa group which consists of 10 formations. These formations are mainly composed of alternations of sandstone and siltstone, and were deposited in a large sedimentary basin of Pliocene to early Pleistocene age.

The writer had studied the Kazusa group from the view points of microbiostratigraphy and economic geology, for several years examining many cores collected from the gas wells and surface cuttings in Chiba Prefecture. The purpose of the present article is to summarize the lithologic variation, microbiostratigraphy, paleoecology, depositional history and some economic problems of the field.

From the detailed study of the foraminiferal faunas and rocks collected from many wells in this area, the following facts were recognized:

1. Eleven foraminiferal zonules are discriminated in the Kazusa group of the area. The sequence and dominant species of these zonules are shown in Table 1.

2. The lithologic character of the Kazusa group in the Kujukuri coastal plain changes from southwest to northeast. However, the biofacies of the Foraminifera are stable, and correlation of the wells by means of the foraminiferal zonules is easy.

3. The thickness of the foraminiferal zonules generally converges toward the northeast in the Kujukuri section, and some changes in the dominant species of the assemblages characterizing the zonules are recognized. Especially, the Lower Kokumoto faunule is not discriminated at the northeast end of this section, because of the faunule thinning out.

4. As shown in the isopach maps (figs. 11–15) of each formations of the Kazusa group, the center of deposition of the group migrated from the southern part of the Kujukuri coastal plain area towards the northwest, during the deposition of respective formations.

5. The isolith maps (sandstone: figs. 16–19) and sandstone percentage maps (figs. 20–24) of these formations show the following facts.

The sandstones are developed regularly in the Ohara, Namihana and Katsu-ura formations, but irregularly in the Kiwada, Otadai and Umegase formations. In the Kokumoto formation, the sandstone again shows a regular distribution pattern.

From these facts the writer has concluded that the sandstones of the Ohara,

Namihana, Katsu-ura and Kokumoto formations were deposited in shallow water under the normal sedimentary process, but the ones of the Umegase and Otadai formations were secondarily transported to deep water.

6. The paleoecologic conditions of these foraminiferal zonules may be explained from the Recent distribution of Foraminifera around Japan. The biofacies maps (figs. 7-10) summarizes the regional variation of these paleoecologic conditions.

The depositional history of the Kazusa group is as follows: At the beginning of deposition of the group, its sedimentary environment was of relatively shallow water and the basin unstable. During the depositional stages from the Kiwada to Umegase formations, the environment was relatively deep and the basin was in a stable bathyal condition. During the Umegase stage the sea water attained the maximum coverage in Chiba Prefecture.

Regression might have begun with the Kokumoto stage. This may be explained from the dominance of neritic species of the Kokumoto and its superjacent formations. The foraminiferal assemblage of the Kasamori formation indicates the most shallow water habitat throughout the deposition of the Kazusa group

7. The argillaceous sediments in the stable bathyal sea bottom are most favourable as the mother rocks of natural gas. The siltstone layers of the Otadai and Umegase formations are good examples of them. On the other hand, the sandstone layers intercalated in them are very good gas-reservoirs, because they are composed of sand grains excellently sorted and graded as a result of secondary transportation such as by turbidity currents.

The natural gas accumulations of high potentiality in these formations are on the east side area of Chiba City. In the west side area of Chiba City, the foraminiferal assemblages of these formations indicate shallow water-environments, and the geological characters of these formations are somewhat different from those of the east side. The different characters between the east and west side areas of Chiba City cause the different mode of accumulations of natural gas.