

# 岡山県児島湾中新統の沈積輪廻

多 井 義 郎

(昭和39年7月30日受理)

## On the Miocene Sedimentary Cycle found out in Kojima Bay, Okayama Prefecture, West Japan

By

Yoshiro TAI

**ABSTRACT:** No the marine Miocene sediments are known to be exposed throughout the surface area around Kojima Bay, Which is situated in the south of Okayama City.

Since 1957, five borings were undertaken in Kojima Bay by the Department of Commerce and Industry, Okayama Prefecture, for the purpose of natural gas exploration. Many characters which those boring cores represent themselves lithologi- and micropaleontologically, however evidently indicate the existence of the Miocene. Those boring wells; O<sub>1</sub>, K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub> and K<sub>4</sub>, were lowered to 130.4, 250, 150, 375 and 167 meters in depth respectively and each locality is shown in Figure 1. The Miocene sediments distinguished in each boring cores above mentioned were measured to be 67.4, 188, 70, 300 and 84 meters in thickness respectively and lithologically correspond to the marine Miocene Bihoku group.

In this article the writer deals with the smaller foraminiferal faunas derived from the Miocene sediments and the significance of them is discussed. From the stratigraphic correlation among the assemblages distinguished in each cores, the Kojima microfauna may be divided into seven foraminiferal faunules (I-VII). From the depth analysis and stratigraphic changes of them and lithologic facies containing them, it may be stated that the Bihoku group here forms a sedimentary cycle consisting of both of marine transgressive and regressive stages, during the age of middle and upper Miocene.

From some isopach maps of the zonules based upon the faunules above mentioned, the depositional conditions and mechanism that had existed during the same age, also are discussed.

### 目 次

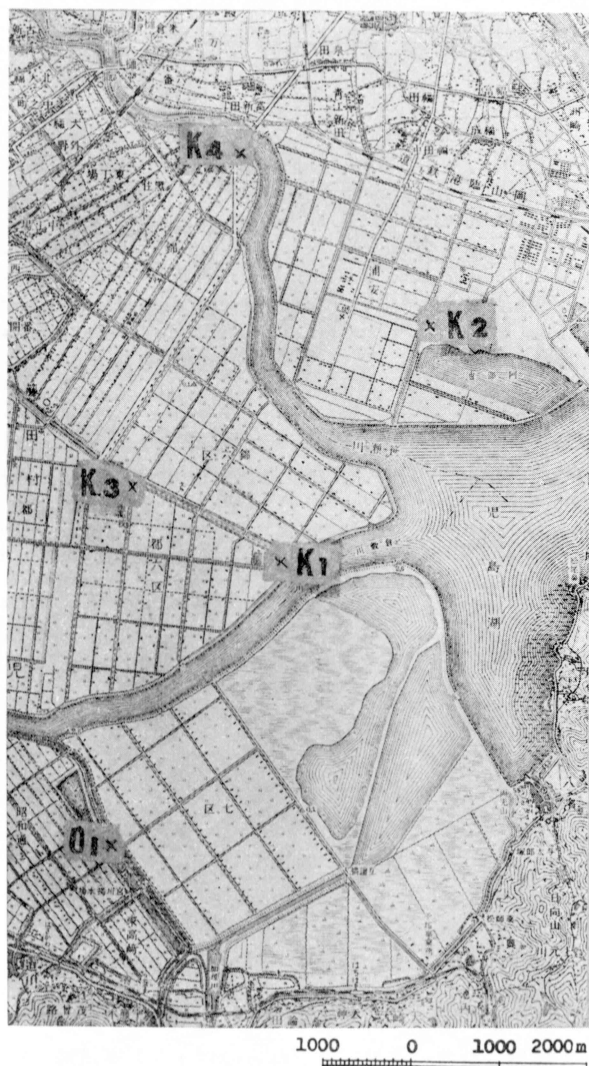
- I. ま え が き
- II. ボーリング試料
- III. 微化石層位区分
- IV. 堆積機構について
- V. 結 論

### I. ま え が き

天然ガス探査の目的で、1957年以來、岡山県商工部によって5本のボーリングが、岡山市南部の児島湾において実施された。本論ではこれらのボーリング試料を微化石層位学的に、また、堆積機構の立場から、検討した結果の総括である。これの一部は、すでに公表 (1959,

1963, a) しているが、要点は以下のである。すなわち、児島湾底下には、層厚約300mに達する、砂岩・頁岩構成の海成中新統が存在し、微化石・岩相上の資料から、これらは明らかに津山・三次・庄原などの盆地に分布する、備北層群およびその連続層序と推定されるものに相当する。児島湾をとりまく瀬戸内沿岸地表部には、未発見の海成地層であり、しかも、これに含まれる小型有孔虫化石群集の層準変化および岩相変化の示すところは、典型的な1つの沈積輪廻を形成している。特に、この後半の部分は古瀬戸内海の海退期地史を物語る、唯一の語り手となっている。

本論の内容としては、各ボーリングコア相互に共通する群集帯を設定し、これによって化石層位学的対比を行ない、ついで群集帯および岩相層序別の isopach map を作成し、中



第1図 児島湾ボーリング地点の位置

新統を主とした堆積機構の変化を追究し、その意義を述べている。

ここに恩師今村外治先生の御退官を記念して、この小文を捧げ、これまでの数々の御教導に対して、深く感謝の意をあらわす次第である。また、ボーリングコアについて検討の機会を与えられた岡山県商工部、特に、工業課の方々に対しても御礼申し上げる次第である。

## II. ボーリング試料

5本のボーリングはそれぞれ、O<sub>1</sub>, K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub> および K<sub>4</sub> と仮称し、その位置は第1図に示される。これらのコア中で確認された中新統の岩相内容は、第2図でも示すように、次のようである。

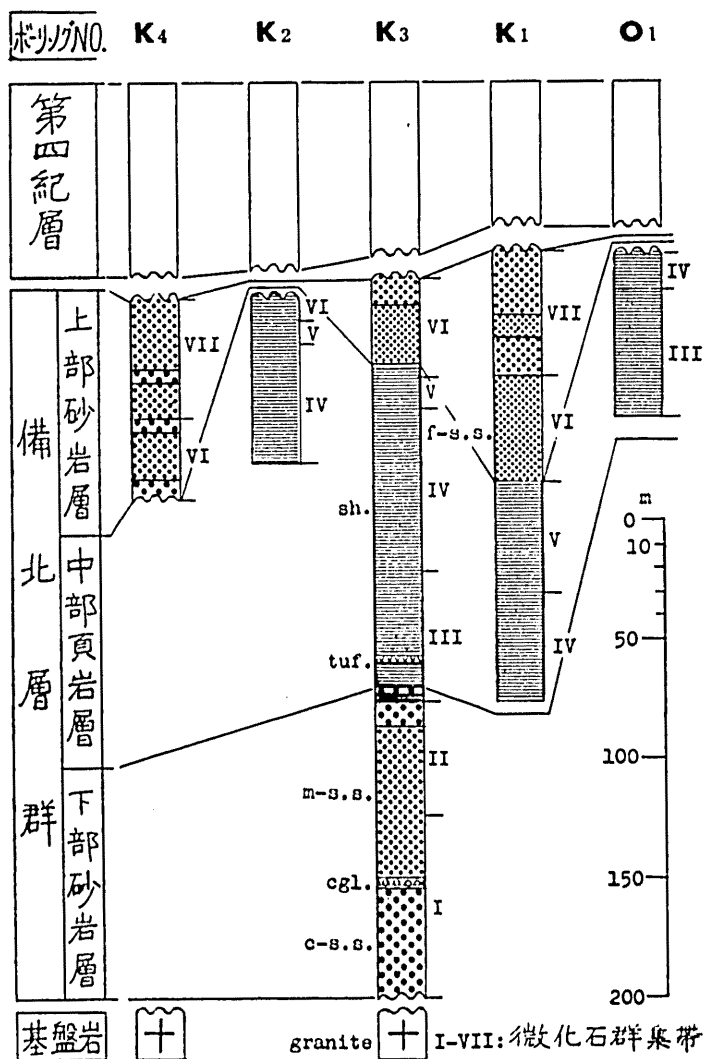
O<sub>1</sub>: この位置は、湾の南縁近くであり、深度は130.4mに達し、このうち下限から厚さ約67mの黒色頁岩の部分が中新統である。この部分から得た微化石内容は、すでに1959年筆者が報告している。

K<sub>1</sub>: 位置は湾のほぼ中央、倉敷川の下流にあり、深度は250m。このうち下限から約188mの厚さが海成中新統の部分である。これの下半部約91.6mの黒色頁岩の下位層準には、肉眼的に *Cyclammina*, *Plectina* などの砂質殻有孔虫や魚のうろこがひんばんに認められた。これらはかなり変形してこわれやすい。頁岩の次に上位にくる厚さ約44mの帯緑色の細粒砂岩には、有孔虫が豊富に含まれる。しかし、これより上位約52mの中粒砂岩には有孔虫が含まれていない。貝類化石は若干の層準で、*Dosinia* その他の破片が認められた。下位層準とくらべて、一般に層相変化の著しい層準となっている。37の層準がえらばれて、含有群集が検討された。

K<sub>2</sub>: この位置は岡山市に近く、湾の東部である。深度は150m。下部約70mの黒色頁岩が中新統である。小型貝類化石や *Cyclammina* の砂質殻がしばしば認められる。微化石の検討された層準は16である。

K<sub>3</sub>: この内容はすでに、筆者が報告(1963, a)している。到達深度も、ボーリング中最も深く、岩相層序および群集区分の標準となっている。位置は湾のほぼ中央、興陽高等学校内であり、深度375mで基盤の黒雲母花崗岩に達している。その間、中新統の厚さは約300mである。岩相上これは3分され、下部約130mは礫質砂岩および中・粗粒砂岩で *Chlamys*, *Glycymeris*, *Anadara* などの貝化石破片を含む。中部約135mは黒色頁岩で、砂質殻有孔虫や貝化石の破片が肉眼的に認められる。上部約35mは、帯緑色の中粒砂岩が優勢である。最上部層準付近は、粗粒と細粒の砂岩葉層が互層したり、混在したりする淘汰不良の岩相を呈し、部分的に炭質物と貝化石小破片も含む。群集検討の層準は36である。

K<sub>4</sub>: 位置は、岡山市の南、湾の北縁に近いところで、深度約167mで基盤の花崗岩に達している。中新統はこれの下半部約84.5mで残りは第四紀堆積物である。前者は全部青灰色砂岩で構成され、部分的に粗粒砂岩を挟在する。時折、*Ostrea* などの貝化石破片が含まれる。また、特に上位層準の砂岩の層相の変化は著しく、炭質物や小礫を散在せしめ、全般に淘汰の状況はよろしくない。微化石の検討された層準は22である。



第2図 児島湾ボーリングの中新統地質柱状図 (1964, 多井原図)

### III. 微化石層位区分

さきの筆者の報告 (1963, a) では,  $K_3$  の36層準から得た群集を7つに区分けた。本論では, 他のボーリングのものも吟味して, この群集区分を若干訂正し, 1つの標準群集区分を決定した。しかし, 区分の骨子は  $K_3$  が基準となっており, 検討した限りでは, 他のボーリングのものも, まことにこれと共通した類似群集の構成であり, 根本的に区分変更を強いられるような, 異質の群集は出現しなかった。そのため, ボーリングのおのおのについて, その産出種を列挙することは, 重複する部分が多いので除いたのである。

かくして, 区分群集で占められる各ボーリング層序の層準を群集帯として, 以下の内容を

もつ7帯(I~VII)が設定された。これに基づく各ボーリング層序の対比は第2・7両図中に示されている。下位のものから順に述べる。

I無化石帯： この占める層準は、K<sub>3</sub>の基盤花崗岩上にある下部砂岩層の下半部、約77mである。無化石帯とは、ここでは、小型有孔虫化石の未発見層準を指す。貝類化石の破片は、時折、含まれていることがある。他のコアには相当層準はない。

II群集帯： I帯の上位につづくこの帯は、さきの報告(1963, a)中のI群集の占める内容および範囲と等しい。群集組成の特徴は、*Elphidium*, *Bulimina*, *Gaudryina* 属のものが優占し、他に *Cibicides*, *Nonion*, *Rotalia*, *Pseudononion*, *Hanzawaia*, *Anomalina* および *Elphidiella* 諸属のものを少量伴っている。

III群集帯： さきの報告(1963, a)で識別したK<sub>3</sub>のII・III両群集をプラスした内容に等しい。K<sub>3</sub>の例では、中部頁岩層の厚さ56mの部分である。相当する層準は、O<sub>1</sub>にあり、その厚さは黒色頁岩層の下部、約53mである。微化石内容は、上述のIIとはかなりちがって、*Rotalia*, *Pseudononion*, *Elphidiella* および *Nonion* 属の種は消失する。*Elphidium* および *Gaudryina* などは微弱な存在となり、*Bulimina* が増加する。新しく *Robulus*, *Dyocibicides*, *Guttulina*, *Globigerina* および *Globorotalia* が出現し、さらに *Cassidulina*, *Pullenia*, *Planulina* および *Baggina* の種が参加する。II群集と比較して、公海的要素がかなり支配的になってきている。黒色頁岩がほとんど全部の層準を占めていることも、海進期の海の深化傾向を支持するものと考えられる。

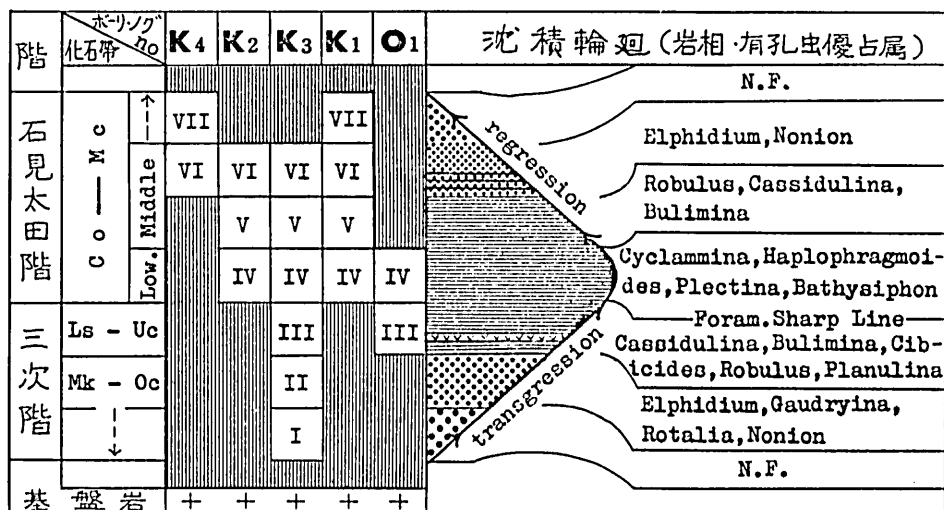
IV群集帯： この群集組成は、上述したどの内容とも異質のものであり、石灰質殻有孔虫を全く欠く、砂質殻ばかりの内容である。II・III群集構成のほとんどすべての種・属は消失し、新たに *Plectina*, *Bathysiphon*, *Haplophragmoides*, *Cyclammina*, *Trochammina*, *Ammobaculites* および *Goësella* 諸属が出現している。これらの個体にはかなり変形の著しいものが多い。このなかで *Cyclammina* の個体が最も優占する。この帯と下位のIII帯との間の群集変化の境界は、いわゆる、広域対比の基準線として、かつて筆者が提唱した(1963, b)“Foram. Sharp Line”と一致する条件を備えている。これは *Lagenonodosaria scalaris*—*Uvigerina crassicastrata* Zone と *Cyclammina orbicularis*—*Martinottiella communis* Zone との境界、あるいは、三次階と石見太田階との境界に相当する。この群集帯が現われる範囲は広く、O<sub>1</sub>, K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub> および K<sub>3</sub> の黒色頁岩部分の、それぞれ14.5m, 46m, 49.5m および68mの厚さを占有する。以上のことは、第2・7両図中に示されている。

V群集帯： この帯の占める層準は、K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub> および K<sub>3</sub> の中部頁岩層の上部に属する部分で、それぞれ45.5m, 10.5m および13mの厚さを有する。群集組成は、*Robulus*, *Cassidulina*, *Bulimina* 属の種が優占する内容で、ごく少量の *Buccella*, *Nonionella*, *Nodosaria* および *Cibicides* が再び出現しはじめる。明らかに、IV群集とは異なった内容であり、海の浅化傾向を推定させるものである。

VI群集帯： この群集組成の特徴は、*Elphidium* の豊富な出現、*Nonion* の急増である。また、*Robulus*, *Cassidulina* および *Bulimina* の減少が認められるが、*Gaudryina*, *Globobulimina*, *Dentalina* および *Hanzawaia* などの種を伴っている。この群集が占める層準は、中部頁岩層の最上部、ないしは、上部砂岩層の下部である。K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub> および K<sub>4</sub> に出現し、それぞれ、45m, 10m, 39m および35.5mの厚さを有する。

VII無化石帯： この層準は、K<sub>1</sub> および K<sub>4</sub> の上部砂岩層の最上部で、それぞれ 52m および 49m の厚さがある。前述したように、この部分は、淘汰の状態が不良で、部分的に炭質物や小礫や貝化石小破片を混在し、下位のものにくらべて、一般に層相変化の著しい部分である。

児島湾底下の中新統、備北層群、は以上 7 つの群集帯によって細分が可能である。すなわち、下部砂岩層は I・II の 2 つ、中部頁岩層は III・IV・V の 3 つ、そして上部砂岩層はほぼ VI・VII の 2 つに区分される。これら区分群集について、その組成の層準変化から海の深度変化を推定してみると、I → II → III → IV の方向で深化が進んだものと考えられる。つまり、これらの群集を含む堆積物は、古瀬戸内海の海進期途上の所産であることを示している。また、IV → V → VI → VII の方向で海の浅化傾向が察知されるが、これらを含む層準のものは、逆に海退期堆積物とみなすことができる。おそらく、中国地方をおそった中新世海浸の最高頂に達したのは、IV 群集を含む黒色頁岩層で代表される層準であろう。特に、さきの報告 (1963, a) で大切なものとしたのは、海退期所産の備北層群中・上部層に関するものである。すなわち、地表調査で経験しなかった新知見の層序の部分だからである。本論での IV 帯から VII 帯にいたる部分がこれに相当するわけである。

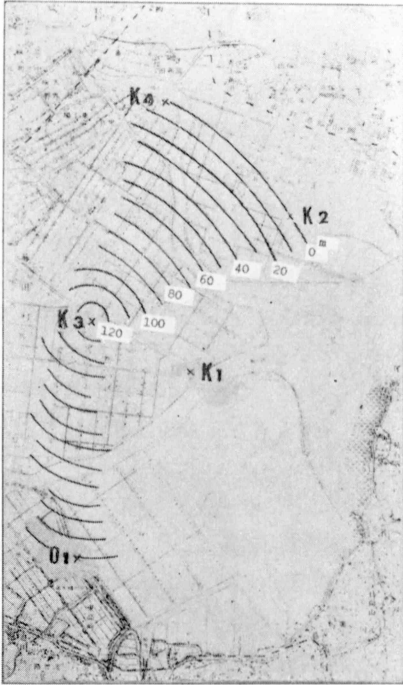


Co - Mc; *Cyclammina orbicularis* — *Martinottiella communis*,  
 Ls - Uc; *Lagenonodosaria scalaris* — *Uvigerina crassicostata*,  
 MK - Oc; *Miogyopsina kotoi* — *Operculina complanata japonica*.

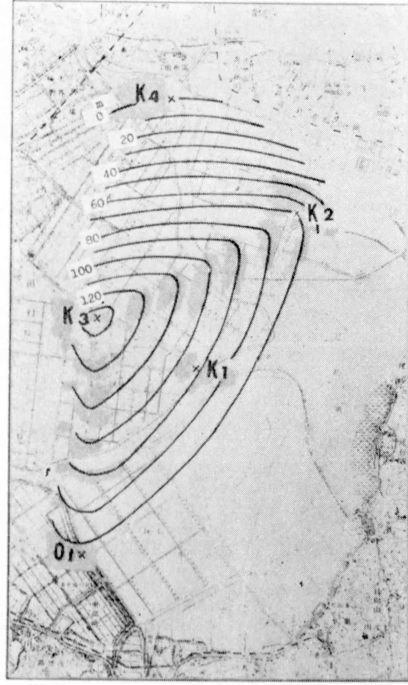
第 7 図 児島湾中新統の微化石層位区分の対比と沈積輪廻 (1964, 多井原図)

#### IV. 堆積機構について

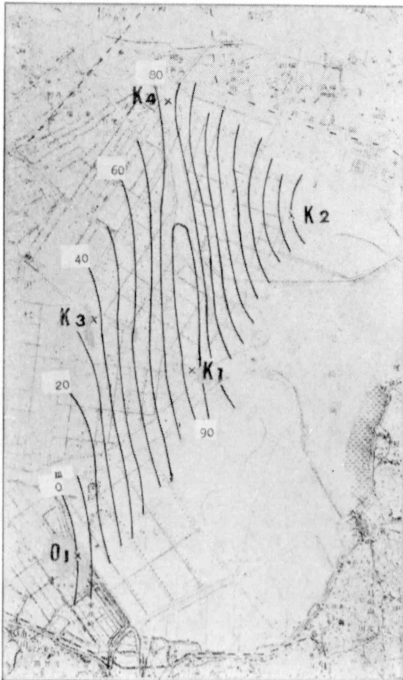
岩相層序区分とさきの群集帯毎による等層厚線図 (isopach map) を作成し、中期中新世から以後の児島湾盆地の堆積作用および基盤運動の変化を追跡してみる。申すまでもなく、isopach はボーリング資料が多ければ多いほど、詳しい結果がえられるわけであるが、不十



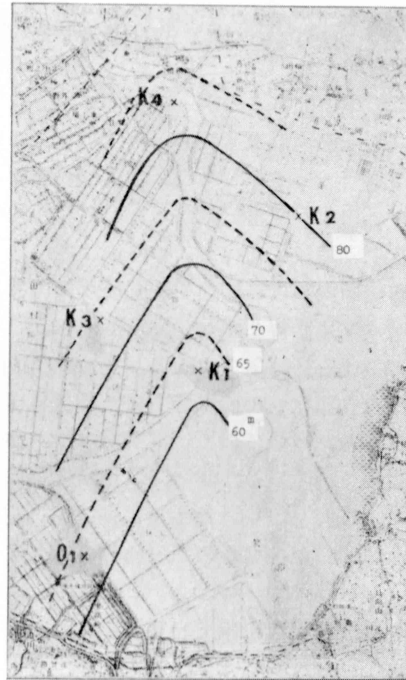
第3図 備北層群下部砂岩層の等層厚線図



第4図 備北層群中部頁岩層の等層厚線図



第5図 備北層群上部砂岩層の等層厚線図



第6図 第四紀層の等層厚線図

分ながら現段階で把握した内容は以下のようである。

#### A 岩相層序区分による isopach map

第3図に示す下部砂岩層の isopach は第2図柱状図からも推定できるが、 $K_3$  地点を堆積盆地の中心付近として、最初の沈降が始まり、その後かなり著しい沈降運動が継続し、粗粒物質の累積が促進せしめられた。 $K_3$  では約131mに達するが、 $K_1$  地点でもその上部砂岩層の発達から推量して、おそらく、 $K_3$  に近い程度の下部砂岩層の存在が推定される。第3図にはこの地点は含めなかった。

第4図 isopach の中部頁岩層は、厚さおよび分布範囲ともに著しく、 $K_4$  を除く全部に出る。しかし、これら頁岩層は、成因的には海進・海退両者にまたがる環境下で形成されたものであって、一括してこの isopach に使われていることに注意しなければならない。 $K_3$  地点は引き続き堆積盆地の沈降の中心となっている。しかし中心となりながらも、堆積盆の形態としては、それまでの同心円型を更新し、ほぼ東東北—西西南方向にのびる舟底型を形成しつつ、頁岩の累積が拡大進行していったことが判読される。

上部砂岩層が描く第5図 isopach は、これまでとは異なった堆積盆地形態をとっている。この層の上限は、不整合であるため、当然層厚には欠如が予想される。南北方向に延長する細長い沈降地帯を形成し、等層厚線間隔の密な点からみて、この帯をはさむ東・西両側の上昇速度はかなり著しく、これに即応して沈降帯も急速に堆積量を増加し、均衡を保ったものと想定される。岩相上にあらわれた淘汰の不良性、層相変化の著しい点などはこれらの状況を暗に支持している。第4図から第5図への沈降地域形態の変化は、次項で述べる群集帯の isopach でさらに詳しくその経緯を示すことができる。

第6図 isopach は、第四紀層の堆積基底面図、換言すれば、中新統上限で示される浸食起伏面図である。この起伏面は、湾南部に接近するにつれて高まる南北方向の伸長軸をもち、この軸は北方にむかって緩慢に傾き沈下する。等層厚線間隔の密度からすれば、第四紀堆積の基底面地形は比較的平坦化されているが、層の厚さは、南から北するにしたがって徐々に増している。つまり、堆積の開始されたのは、おそらく、湾の北方地区からであろう。さきの第5図と比較すると、急激な沈降地域であったその同じところが、この図では、緩慢な上昇地域に転化しているのは興味ある変化である。

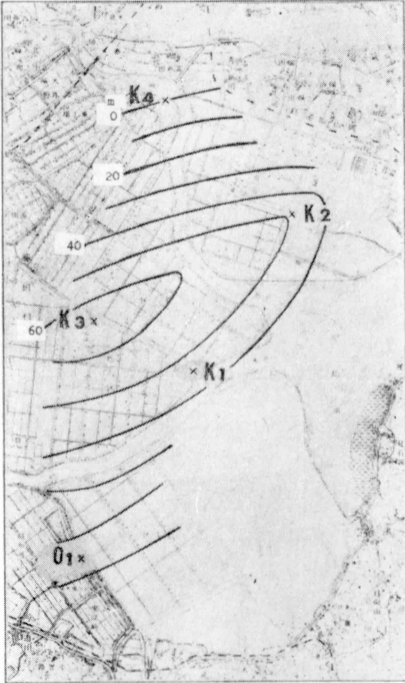
第四紀層内の堆積機構の変化については、コア試料が完全を欠くため分析と細分ができず、明らかにし得なかった。

#### B 微化石層位区分による isopach map

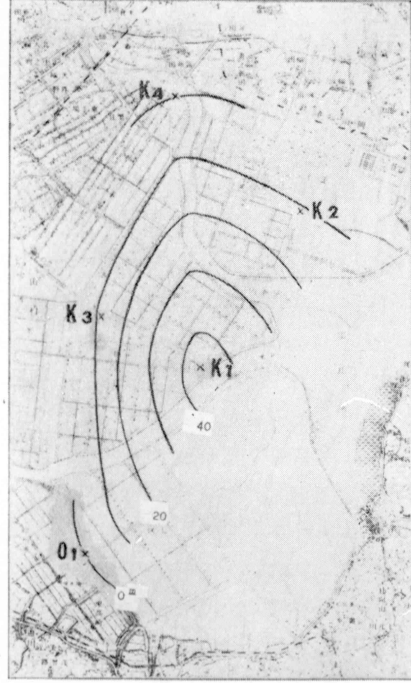
小型有孔虫化石の層準分布による群集区分境界は、筆者がこれまで中国地方の地表試料で検討してきた多数の例では、ほぼ time parallel に近いものと考えて、さしつかえないことを経験している。したがって、Ⅲ項で述べた7つの群集帯の若干のものについて、isopach map を描き、堆積盆地変遷の経緯を推定してみることが無意義でないと考える。Ⅰ～Ⅲ帯のものは試料が少ないので省略し、残りⅣ～Ⅶ帯のものについて以下に述べる。

第8図はⅣ群集帯の isopach であるが、東東北—西西南方向に延長軸をもつ舟底型沈降地帯を形成して、ほぼ北と南側に上昇帯があったことが推定される。群集帯区分のなかでは最も厚い層準を占め、分布範囲も  $K_4$  を除く全部であり、環境的にも深化が最もすすみ、海没の最高頂付近にあたることはさきに述べた。しかし細かくみれば、 $K_4$  地点付近は、多分、

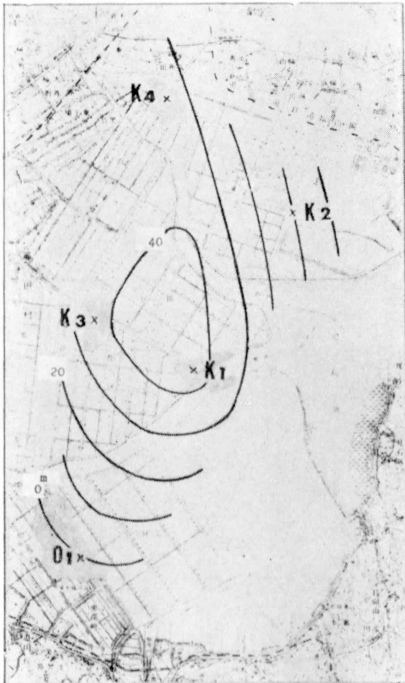




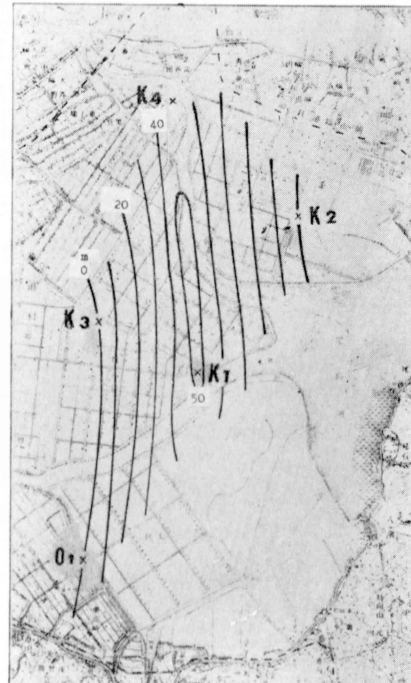
第8図 IV群集帯の等層厚線図



第9図 V群集帯の等層厚線図



第10図 VI群集帯の等層厚線図



第11図 VII無化石帯の等層厚線図

島となって水没からまぬがれたのであろう。したがって、群集指示の海域が深いといっても、いわゆる公海における深海といった海況でないことは明らかである。酸素供給の少ない黒色泥の沈滞した特異な海域となっていたことが、*Cyclammina*, *Bathysiphon*, *Plectina* などの砂質殻有孔虫のみの生息を許したのであろう。筆者は、しかしながら、かかる状況を生じたのは、単に当時のこの地域の特殊な局所的な海底地形にのみその原因を負わせるのではなく、むしろ当時、裏日本側海域全体に共通していた現象として、それがここにも及んだのではあるまいかとみている。この点にふれた内容は、筆者がすでに発表 (1963, b) している。

第9図はV群集帯の isopach であるが、堆積作用の進んでいる沈降の中心は  $K_3$  から南東方向にある  $K_1$  の位置に移っている。しかし、依然として黒色頁岩の累重が継続しており、沈降盆地も多少南北方向にむきを変えつつある状況は、さきの第4図から第5図への急激な変化を詳しく伝える点で興味がある。群集組成の示すところでは、多種の石灰質殻有孔虫が再び現われ、海域を暖やかに色どり、酸素量の多い公海とのゆききが再び活発となったのであろう。

第10図は、VI群集帯のものであるが、 $K_2$  では頁岩層がつづき、 $K_1$  および  $K_3$  では細粒砂岩、 $K_4$  では中粒ないし粗粒の砂岩となっている。V群集帯の占める頁岩層と共に、これらは古瀬戸内海の後退期の産物である。沈降盆地の形態は明らかに南北方向の伸びをもっている。上述のように、岩相もいままでの均様性は破れ、ところによって異なるという地域性が出てきている。

第11図は、VII無化石帯のものであるが、 $K_1$  および  $K_4$  の微化石を含まない中粒ないし粗粒の砂岩層によっている。前述の第5図とよく似ており、南北方向に延長軸をもつ沈降地帯をはさみ、東・西両側に上昇帯が想定されることも同じである。有孔虫化石の未発見は、急速に大量の粗粒堆積物の累積が行なわれたため、有孔虫個体が埋没されるさいに、あるいは、稀薄化されたことが1つの原因ではないかと疑っている。

さて、以上4面の isopach map は、前項の岩相層序区分による第4図から第5図への沈降盆延長方向の変化、つまり、東東北—西西南方向から南北方向への転換、をさらに詳しく表現することができたわけである。つまり、群集帯の isopach では、この転換が徐々に行なわれたことを教えている。しかし、isopach は基盤運動の反映とみるべきものであるから、ゆるやかに転換が進んだとしても、何らかの意味をもつと考える。特に筆者は、微化石層位区分からいって、中新世の後期に入って間もない頃の現象であり、古瀬戸内海の発展の頂上もすぎ、後退期の変動の様相を開始した頃にも当り、何らかの意味で中国脊梁山脈の隆起と関連するものとして、今後の課題としておきたい。

## V. 結 論

1957年以来、岡山市南部、児島湾においてガス探査の目的で、岡山県商工部が実施した5本のボーリング ( $O_1$ ,  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$ ,  $K_4$ ) のコアを、主として微化石層位学的に検討した。その結果の一部は筆者がすでに公表 (1959, 1963, a) したが、本論では、これらも含めての全コアの総括であり、次のようにまとめられる。

1) 各ボーリング地点の位置は、第1図中に示されている。基盤花崗岩に到達したものは  $K_3$  および  $K_4$  である。それぞれの深度は、130.4m ( $O_1$ )、250m ( $K_1$ )、150m ( $K_2$ )、375m ( $K_3$ ) および 167m ( $K_4$ ) である。

2) これらのボーリングのうち、最深部に達している  $K_3$  の例では、最下部基盤岩から上位へ厚さ 300m の間の砂岩・頁岩主体の堆積物は、海成中新統、備北層群に対比されるもののおよびその連続層序の新知見の部分であり、地質時代は中期から後期中新世にいたるものであることが判明した。

3)  $K_3$  の岩相層序を標準にとると、下位から3区分が可能であり、下部砂岩層(厚さ130m)、中部頁岩層(135m)および上部砂岩層(35m)となる。筆者はこれをもって、備北層群の新しい再定義内容としたい。すなわち、これまでの備北層群(1953, 今村)は、下部砂岩層と上部頁岩層とに分けられていたが、ここに前者の下部砂岩層はそのままこれまで通り、後者が中部頁岩層と改められ、さらに新しく、上部砂岩層が追加されるわけである。この上部砂岩層の模式は、 $K_3$  ボーリング地点(Lat.  $34^{\circ}34'48''$  N., long.  $133^{\circ}53'43''$ . 4E)の地表下深度-73.9mから-108.9mにいたる厚さ35mの細粒および中粒砂岩とする。

4) 各ボーリングで確認された備北層群から底棲小型有孔虫化石が検出され、それらの層準分布が比較検討された結果、7つの群集帯(I~VII)が識別された。これらが占める層準は、I・IIが下部砂岩層、III・IV・Vが中部頁岩層、VI・VIIが上部砂岩層である(第2・7図参照)。

5) 筆者の微化石層位区分(1959)では、II(おそらくIも共に)群集帯は、*Miogypsina kotoi*—*Operculina complanata japonica* Zone に、III群集帯は、*Lagenonodosaria scalaris*—*Uvigerina crassicosata* Zone に、IV~VI(おそらくVIIも共に)群集帯は、*Cyclammina orbicularis*—*Martinottiella communis* Zone に相当する。前2者 Zone は三次階、最後者は石見太田階である。筆者の提唱(1963, b)になるいわゆる微化石対比基準線、Foram. Sharp Line, はIIIとIVの両群集帯境界線に一致する。

6) これらの群集組成の指示する海況変化は、結論的には、I→II→III→IVの方向で海の増深化が想定され、群集が含まれる下部砂岩層および中部頁岩層の下半部は、海進期途上の形成にかかると判定される。また、IV→V→VI→VIIの方向で海の浅化がすすみ、中部頁岩層の上半部および上部砂岩層は、古瀬戸内海の手退相をあらわしている。中新世後期になって完了したと推定される沈積輪廻の概念図は第7図中に示される。

7) 岩相層序区分と群集帯による isopach map が作成され、堆積機構が論議された。特に、中部頁岩層から上部砂岩層に表現された沈降帯の伸長方向の変化、つまり、東東北—西西南方向から南北方向への転換は、群集帯(IV~VII)による isopach でさらに明確にその移動経緯が示された。上昇区への転化期を迎えた児島湾後期中新統の示したこの表情は、何を意味しているのか今後の課題である。

#### 参 考 文 献

- 浅野 清 (1957) : 地角斜論の史的展開—変日本地角斜論の序説—。有孔虫, (7), 3—22。  
Huzita, K. (1962) : Tectonic Development of the Median Zone (Setouti) of Southwest Japan, since the Miocene. *Jour. Geosci., Osaka City Univ.*, 6, art 4, 103—144.

- 今村外治・他 2 名 (1953) : 上根・船佐・三次・三良坂・庄原・勝光山. 地質巡検旅行案内書, 1—50.
- TAI, Y. (1959) : Miocene Microbiostratigraphy of West Honshū, Japan. *Jour. Sci. Hiroshima Univ., Ser., C, 2, (4)*, 265—395.
- 多井義郎 (1963, a) : 西部本州瀬戸内中新統の海退相について. 広大地学研報, (12), 295—304.
- (1963, b) : 瀬戸内・山陰新第三紀有孔虫群の変遷と Foram. Sharp Line. 化石, (5), 1—7.

広島大学教養部地学教室