

層の下位の地層は明化鎮層(N₂層)です。

図4・2Cは、保定から滄州を通して渤海湾岸にいたる断面です。Q₁層は、山麓沿いに非常に厚い2層の氷河成・融氷流水成層をはさみ、また滄州の東では2層準に凝灰岩層をはさんでいます。海成層は、Q₁層・Q₂層・Q₃層に各2層、Q₄層に1層は含まれます。後期更新世(Q₃)の海が内陸深くまで入り込んでいるのが目立ちます。Q₁層の下位には明化鎮層(N₂層)が伏在します。大規模な断層としては、山麓部にQ₁層を切る東落ちの断層、滄州と海岸の間には、Q₁層・Q₂層を切る西落ちの断層、小規模なものとしては、滄州とその西にQ₁層を切る2本の断層が認められています。

図4・2Dは、石家荘から斉河にいたる華北平原のほぼ中央部を北西-南東方向に切る断面です。ここでは、西縁には太行山脈山麓沿いにQ₁層を切る東落ちの断層、東縁には沂蒙泰山地山麓沿いにQ₁層・Q₂層を切る西落

ちの断層が伏在していて、両断層間の地域の沈降している様子がわかります。また、この沈降域ではQ₁層の下位に明化鎮層(N₂層)が伏在するのに対し、東縁の断層の東側ではQ₂層・Q₃層・Q₄層が新第三紀層(N層)を不整合におおっています。西側の山麓沿いには、Q₁層中に2層の厚い氷河成・融氷流水成層がは含まれます。海成層はどの層準にもみられず、この地域には第四紀の海は入っていません。

図4・2Eは、鄭州から商丘・徐州・灌南を通過して黄海に抜ける断面です。さきの地区名でいうと、黄河平原・蘇北丘陵・蘇北平原をほぼ東西に貫いた断面です。中国東部大平原は新郷-商丘のラインを境に南北に分けられ、南の方が第四紀層が薄くなりますが、この図を上述の4つの図と比べれば、そのことがよくわかると思います。

黄河平原下の第四紀層は、東西両縁が断層に境された沈降域に堆積しています。Q₁層は、

その基底が一般に200m深ほどで、鮮新統の明化鎮層(N₂層)をおおっています。ただ西部にはQ₁層を切る断層によって形成された300m深以上の最大沈降域があって、前期更新世(Q₁)の厚い氷河成・融氷流水成層が堆積しています。黄河平原には海成層はみられません。

蘇北丘陵では第四紀層は最も薄く、その層厚は最大でも50mほどです。蘇北丘陵地域の西縁の徐州付近には、Q₂層・Q₃層・Q₄層を切る西落ちの断層があって、Q₂層が新第三紀層(N層)を不整合におおっています。徐州の東方ではQ₃層・Q₄層が薄く分布しているにすぎませんが、本丘陵東縁の駱馬湖付近には第四紀(Q₁~Q₄)を通じて活動した5本の断層があって、Q₁層からQ₄層がまとめられています。この断層密集帯では、Q₁層は新第三紀層(N層)をおおい、第三紀層(N層)は基盤の石灰質岩類(R₁)をおおっています。この地域にも、第四紀の海は浸入しておりま

せん。蘇北平原下の第四紀層は、東部の黄海沿岸部で厚く、西部にいくほど薄くなります。海成層はQ₁層・Q₂層中に各1層、Q₃層中に2層、Q₄層中に1層、全部で計5層の海成層がは含まれます。上位の海成層が内陸深くに達しているのが特徴的です。Q₁層の下位は新第三紀層(N層)の塩成層です。

《第四紀海進層の対比》

このように、中国東部大平原の臨海部の第四紀層には何層もの海成層がは含まれます。中国の研究者たちは、これらの海成層が堆積した各時期の海進に対して、各地域ごとに——河北平原(天津・北京)・魯北平原(惠民)・蘇北平原・揚子江三角州といった各地域ごとに——、それぞれの海進に対して特定の名称をつけ、それぞれの海進層を対比しています。これらの対比は、臨海部の150本以上のボーリング・コアに含まれる微化石の分析にもとづいて行われております。その結果をまとめたのが図4・3です。

この図に見られるように、中国東部大平原臨

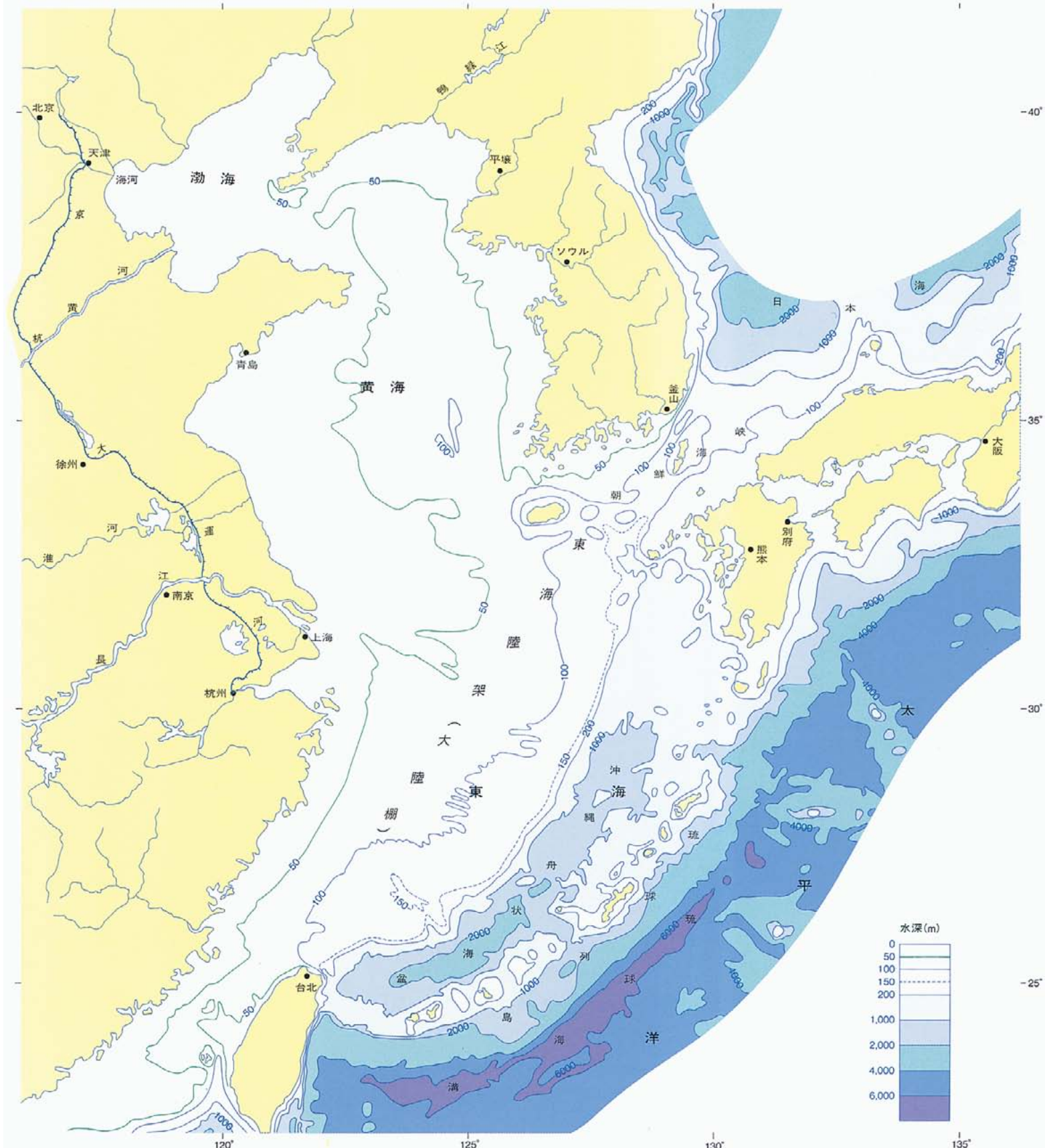
図 4・3 - 中国東部大平原(黄淮海平原)の第四紀海進層の対比

〈邵時雄ら編, 1989年〉

地 質 年 代			気 候 期	海 進 層	年代 万年前	河北平原 (天津、北京)	魯北平原 (惠民)	蘇北平原	揚子江 三角州	
完 新 世	Q ₄	Q ₄ ³	後 氷 期	I	0.3—0.85	滄東海進 献県海進	鹽利海進	平橋海進	鎮江海進	
		Q ₄ ²								
		Q ₄ ¹								
更 新 世	後 期	Q ₃	Ⅳ 氷 期	Ⅱ	2.5 3.8	滄西海進	広饒海進	漣王海進	湯潮海進	
			Ⅲ 氷 期							
			Ⅳ 氷 期							
	中 期	Q ₂	Q ₂ ³	Ⅲ 氷 期	Ⅳ	7—15	青東海進	浜東海進	洪沢湖海進	王店海進
			Q ₂ ¹	Ⅱ 氷 期	Ⅴ	73	黄驛海進	惠民海進	万武海進	上海海進
	前 期	Q ₁	Q ₁ ³	Ⅱ 氷 期	Ⅵ	100	津西海進	?		周浦海進
				Ⅲ 氷 期						
				Ⅱ 氷 期						
			Q ₁ ²	Ⅰ 氷 期	Ⅶ	180	海興海進	?	?	如皋海進
				Ⅱ 氷 期						
				Ⅲ 氷 期						
Q ₁ ¹	Ⅰ 氷 期	Ⅷ	220	渤海海進 あるいは 北京海進	渤海海進					
	Ⅱ 氷 期									
	Ⅲ 氷 期									
鮮新世		N ₂	先 氷 期							

図 4・4 - 中国東部海区及び陸域の地形図

〈劉光鼎編，1993年を簡略化〉



海部には、前期更新世以降、海進Ⅰから海進Ⅷまでの8回の海進がみられます。これらの海進による海環境は、海浜・湾・沿海などさまざまですが、Ⅰ～Ⅳの海進は大規模でその期間が長く、一方、Ⅴ～Ⅷの海進は小規模で、海進の範囲も限られています。

また海進Ⅰを除き、海進Ⅱ～Ⅷは、いずれも温暖な間氷期に起こっていますが、最寒冷の氷期（中期更新世）に起こった海進（嘉定海進）は揚子江三角州だけにみられ、これは基盤の沈降に起因する海進と考えられています。なお、海進Ⅰの年代が約220万年前、海進Ⅱの年代が約180万年前という点も注目されます。

ご存じのように、大阪層群の海成粘土層は前期更新世の約120万年前頃のMa-1層からはじまって、縄文海進のMa13層まで計15層を数えます。これに比べると中国での海進は、約220万年前頃にはじまって、それ以降、完新世の海進まで8回にすぎず、ずいぶん少なく感じられます。しかし、大阪層群の海成層が、中国の第四紀海進層とどのように対比されるのか、という年来の課題に対して、中国東部大平原の第四紀海進層を対比したこの研究(図4・3)は確実な足掛かりを与えていて、今後の研究に大きく寄与するでしょう。

渤海・黄海・東海(東シナ海)大陸棚の形成

以上のように大平原臨海部では前期更新世以降、8回の海進がみられます。一方、大平原の東側の海域、渤海・黄海・東海(東シナ海)の海底下にも、もちろん第四紀の河湖成層や海成層が分布しており、これらは主として海底ボーリングによって調査・研究されています。それで次に、陸域と海域下にみられる海進層の関係をみようと思いますが、ただその前に、この海域に広がる大陸棚の形成について一瞥しておく必要があるでしょう。

琉球列島の南東側の海底には、水深が7,000mをこえる琉球海溝があります。また琉球列島の西側の海底には、列島とほぼ平行して沖縄海盆(沖縄トラフ)が延びています。沖縄海盆は、その水深が南部で2,000m深、

図4・5 中国東部海区及び隣域の新生代盆地地図

〈劉光鼎編、1992年による〉

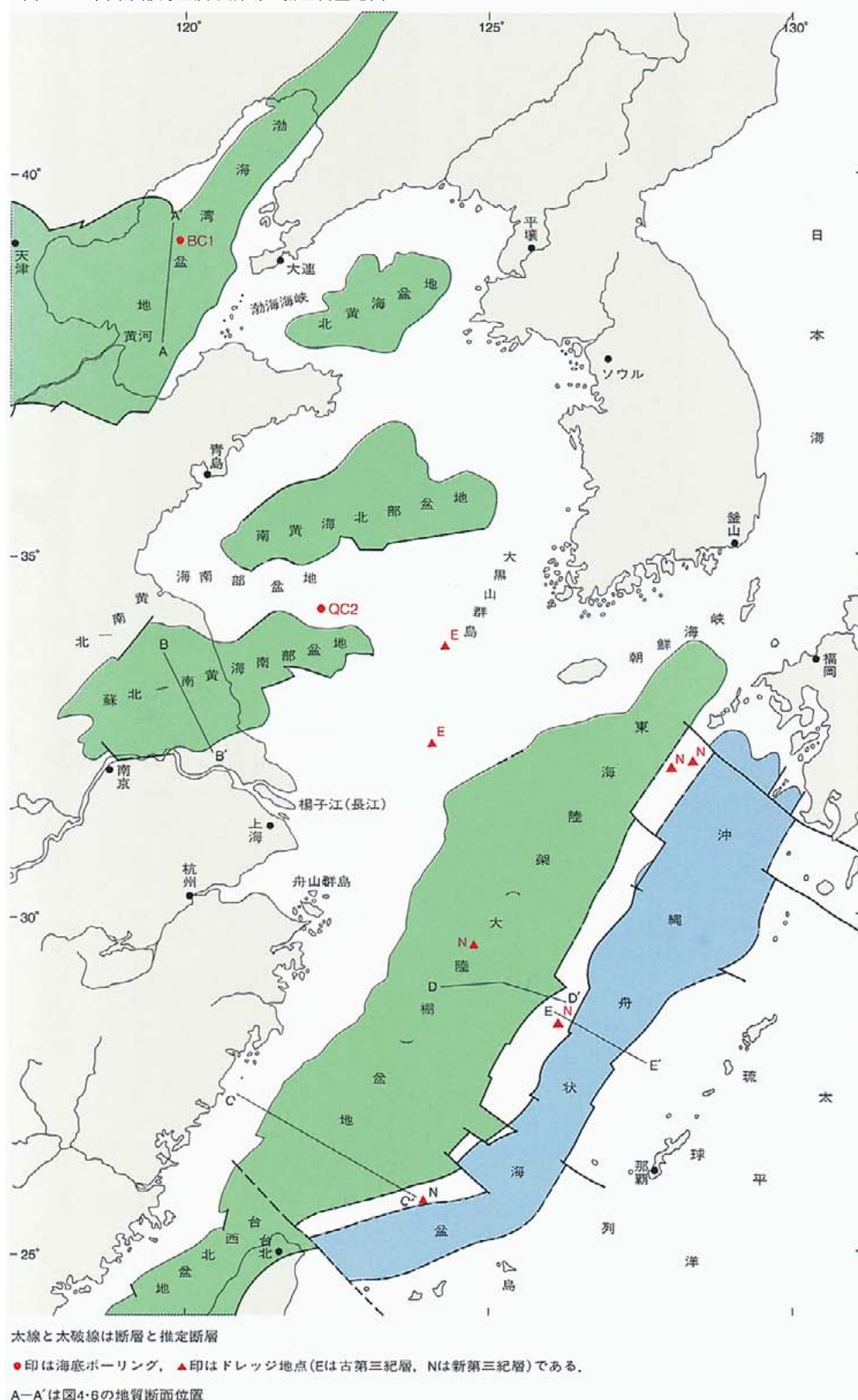
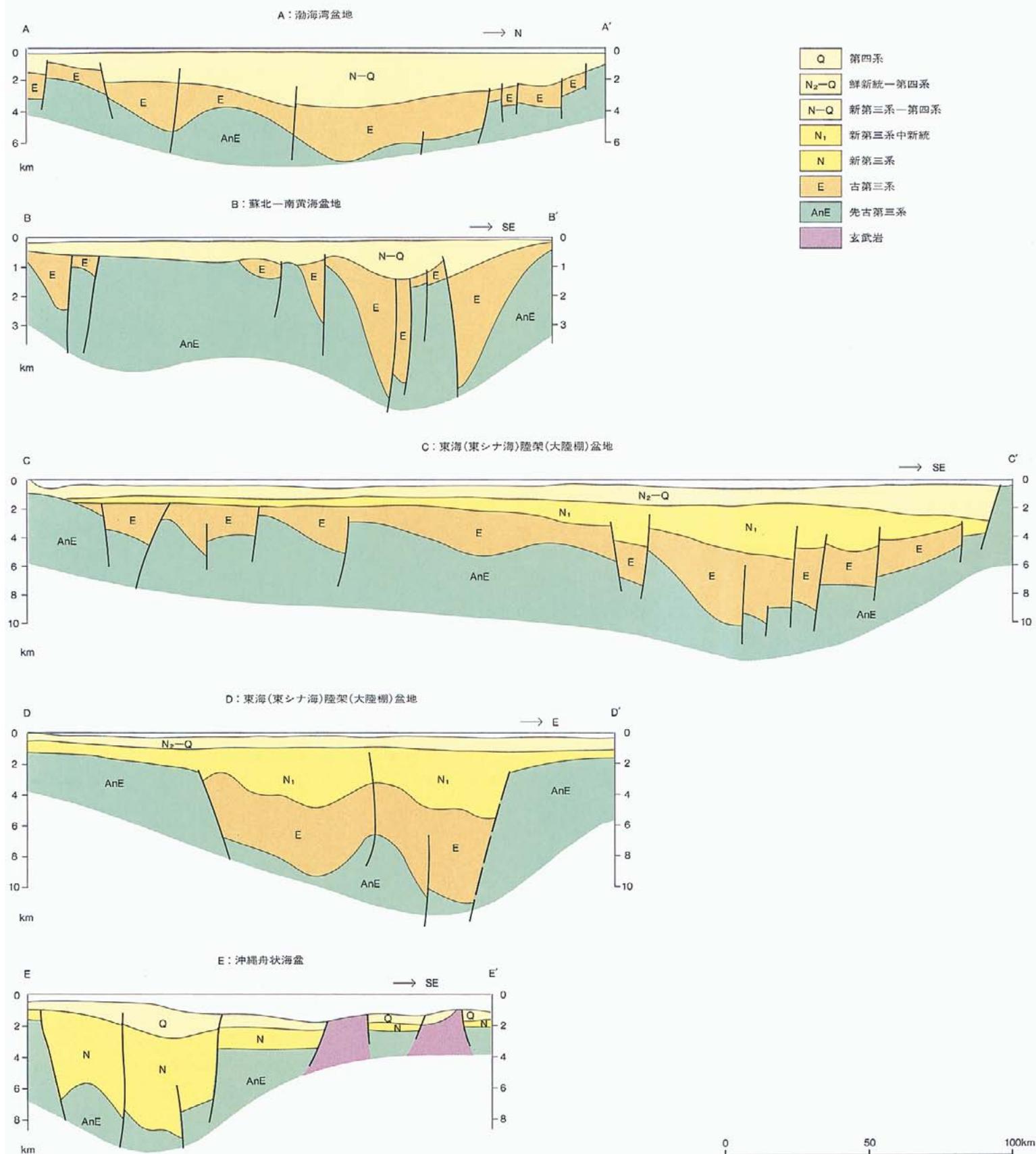


図 4・6 - 中国東部海区及び隣域の新生代盆地の地質断面図

〈劉光鼎編, 1993年による〉



中部で1,000m深をこえ、北部では約500m深で、南端の台湾の東方から北端は九州の西方にまで延びる長大な海底のくぼみです。この沖縄舟状海盆の西側に広がる海域、すなわち渤海・黄海と東海(東シナ海)陸架(大陸棚)は、水深200m以浅の緩傾斜の海底となり、広大な大陸棚を形成しています(図4・4)。

1960年ごろから中国地質鉱産部は、中国海区大陸棚での海底油田開発のために、海洋地質調査・海洋物理探査・海底ボーリングをおこなってきております。その研究結果の概要は1992年に、劉光鼎主編「500万分の1中国海区及び隣域地質・地球物理系列図・同説明書(中国文)」として公表されております。また、近年、中国科学院海洋地質研究所・中国地質鉱産部海洋地質研究所(青島)などは、海底下の第四紀層の調査をおこなって、渤海・黄海・東海などについての研究結果を公表しております。以下、これらにもとづいて説明します。

渤海・黄海から、東海(東シナ海)陸架(大陸棚)にかけて広がる大陸棚の形成には、中国東部大平原とほぼ同じような形成過程がみられます。この地域でも、中生代後期の地殻変動(燕山変動)が起こり、そのご、古第三紀に始まる運動にともなって多くの堆積盆地が発生します。すなわち、渤海湾盆地、北黄海盆地、南黄海北部盆地、蘇北-南黄海南部盆地、東海陸架(大陸棚)盆地が沈降し、それぞれの盆地には、古第三紀の厚い地層が堆積します(図4・5、図4・6)。

そのご、新第三紀・第四紀には、これらの盆地を含めた広域的な沈降が生じ、現在見るような大陸棚が形成されます。この過程が、中国東部大平原とほぼ同じであることは、渤海湾盆地の分布が河北平原・黄河平原にまで及び、蘇北-南黄海南部盆地が蘇北平原に入り込んでいることにもあらわれています。以下、各堆積盆地について簡単にふれます。

(a)渤海湾盆地

先震旦系-中生界の基盤岩類をおおって、おもに河湖成層からなる最大層厚10,000m以上

の新生代層が堆積しています(図4・6)。主要な含油層は古第三紀始新世・漸新世の地層で、勝利油田もこの地層中から開発されたものです。第四紀層は、河湖成層と海成層から構成されていて、その最大層厚は660mです。

(b)北黄海盆地

基盤岩類は先震旦系-中生界で、新生代層の層厚は2,000mをこえます。新第三紀-第四紀層の厚さは約500~600mです。

(c)南黄海北部盆地

震旦系(12億~9億年前)と中生界の白亜系の基盤岩類をおおって、最大層厚5,000mをこえる新生代層が堆積しています。第四紀層の層厚は200~300mです。

(d)蘇北-南黄海南部盆地

基盤岩類は古生界の二疊系と三疊系です。新生代層は、おもに河湖成層からなり、その最大層厚は5,000mをこえます(図4・6)。古第三紀の始新世・漸新世の地層には含油層がはさまれます。第四紀層は河湖成層と海成層からなり、層厚は200~300mです。

(e)東海陸架(大陸棚)盆地

基盤岩類は、原生界の片麻岩と中生界の白亜系で、新生代層の層厚は13,000mをこえています(図4・6)。古第三紀の暁新世・始新世の地層は海成層、古第三紀末の漸新世の地層は湖成層、新第三紀の中新世・前期鮮新世の地層は河湖成層です。新第三紀の後期鮮新世から第四紀にかけての地層は、海成・陸成互層から海成層へと移り変わります。なお、始新世・漸新世・中新世の地層には石油性天然ガスが含まれます。第四紀層の層厚は、375~455mにすぎません。

(f)沖縄舟状海盆

なお、東海陸架(大陸棚)盆地の東側の沖縄舟状海盆では、基盤の上部古生界と中生界変質岩を不整合におおって、新第三紀層・第四紀層が堆積していて、その最大層厚は10,000mをこえています。中新世の地層は陸成・浅海成・半深海成、鮮新世の地層は浅海成・半深海成、第四紀層は浅海成です。第四紀層の最大層厚は3,000mにも達しています。沖縄舟

状海盆には古第三紀層がみられず、この海盆は中新世に形成されはじめたことがわかります(図4・6)。

このように渤海・黄海から東海(東シナ海)にかけての大陸棚では、第三紀を通じて形成された堆積盆地を埋積している最大層厚10,000mをこえる第三紀層(古第三紀層・新第三紀層)の上を、厚さ数100mの第四紀層がおおっています。その第四紀層は、大平原下の第四紀層と同様に、第三紀堆積盆地の発達しなかった大陸棚地域にも同じように分布し、大陸棚のほぼ全域を広くおおっているわけですが、しかし、基盤が露出している場所も知られています。

まず渤海湾盆地と北黄海盆地の間にある渤海海峡の廟島群島には、震旦系が露出しています。また図4・5に示すように、朝鮮半島西端沖の白亜系と暁新統からなる大黒山群島と杭州湾口の上部ジュラ系からなる舟山列島をむすぶ線(黄海・東海の境界)上の海底表層からは、古第三紀層の岩片が採取されています。さらに東海陸架(大陸棚)盆地域と同域東縁の海底表層からは新第三紀層の岩片が採取されています。こうしてみますと、この大陸棚には、沈降帯と断層だけでなく隆起帯も存在し、それらの地質構造の主要方向は、北東方向ないし北北東方向であることがわかります。

中国東部大陸棚地区の第四紀海進層

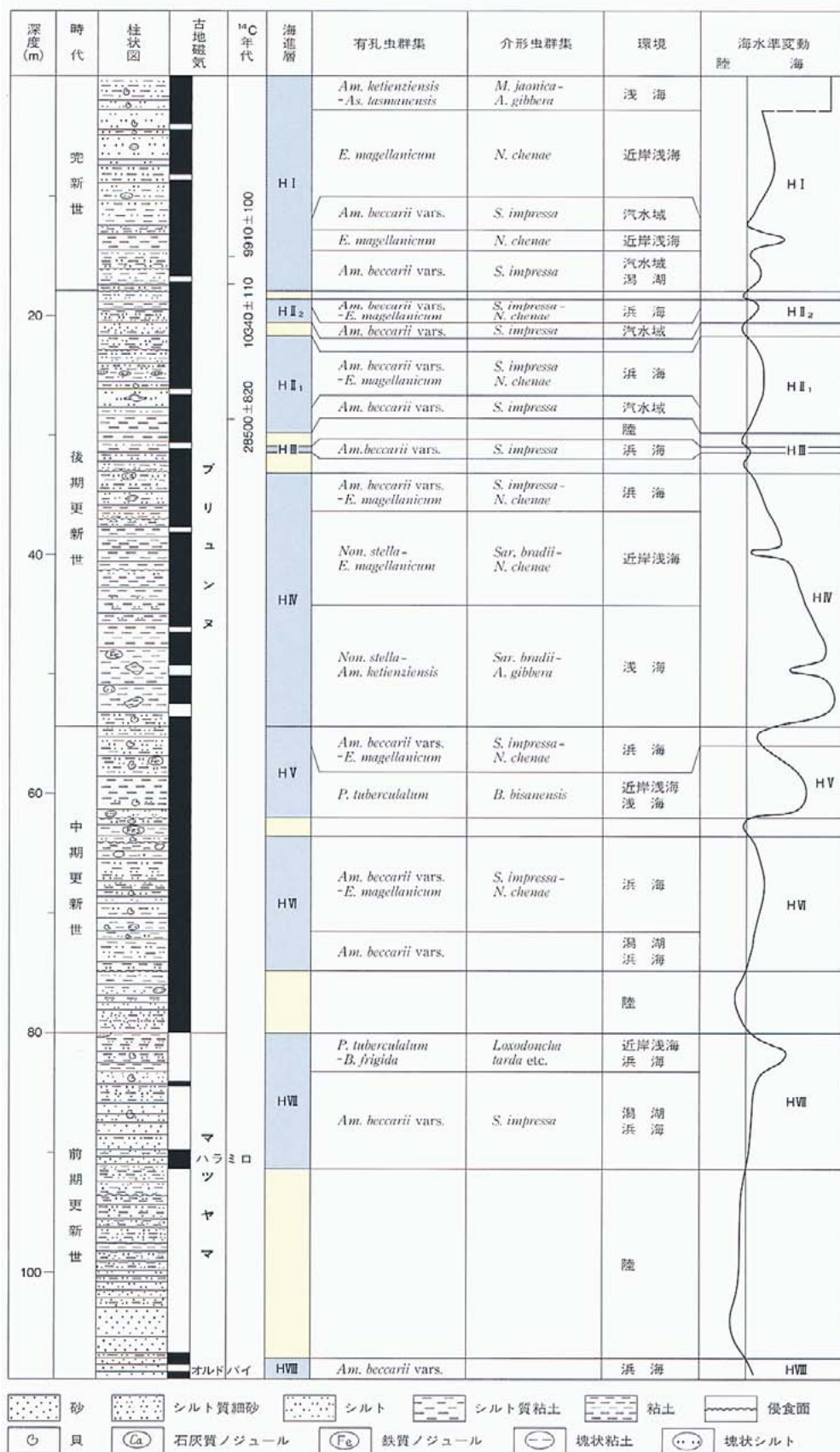
この大陸棚下の第四紀層とその海進層についての研究には、1991年・1993年に刊行された楊子賡・林和茂氏の「中国東部の第四紀進程と国際対比(英文・中国文)」があります。以下、主としてこれにしたがって述べます。

《黄海海底下の第四紀海進層-標準層序断面としてのQC2海底ボーリング-》

南黄海南部とその海岸域では、QC1-QC5の5本の海底ボーリングがおこなわれていますが、そのうち、最も代表的なボーリングは、蘇北-南黄海南部盆地の北東縁の水深50mの海底でおこなわれたQC2ボーリングです(図4・7)。このボーリングは、海底からの掘削深度が108.8m、8つの海進層をつら

なお、前述した大平原沿岸部の第四紀海進層を対比した図4・3では、前期更新世に3回の海進がみられますが、この黄海海底下では、

〈楊子磨ら、1991年〉



前期更新世の海進は、黄海海進 ・ の2回だけです。Q C 2 ボーリングでは、その下底がオールドバイ正磁極垂帯に達した部分で止まり、それより下位の河北平原・魯北平原にみられる約220万年前の渤海海進は確かめられておりません。

《渤海海底下の第四紀海進層》

渤海とその沿岸部には、層厚300m以上、最大550～660mに達する第四紀層が堆積しています。渤海海底下の第四紀層の代表的なボーリングは、渤海中央部の水深約27mの海底でおこなわれたB C 1 ボーリングで、掘削深度は240.5mです(図4・5)。B C 1 ボーリングでは、海進層は、上位よりM 1 F 層、M 2 F 層..... M 7 F 層と名づけられ、黄海海進と対

比されています(図4・8)。

M 1 F 層(0～8.6m深) = M 1 F 海進は完新世の黄海海進 (H) に対比されます。

M 2 F 層(41.1～49.2m深) = M 2 F 海進は後期更新世末の黄海海進 (H) に対比されます。

M 3 F 層(79.6～104.5m深) = M 3 F 海進は後期更新世の後半の黄海海進 (H) に対比されます。

M 4 F 層(116.5～141.9m深)・M 5 F 層(150～177.5m深)・M 6 F 層(188～201m深) = M 4 F・M 5 F・M 6 F 海進は、後期更新世前半の黄海海進 (H) に対比されます。

M 7 F 層(220.0～233.5m深) = M 7 F 海進は中期更新世の黄海海進 V (H V) に対比されま

す。

さきに述べたように、河北平原・魯北平原には、前期更新世に3回の海進がみられます。しかし、渤海海底下の掘削深度240.5mのB C 1 ボーリングでは、これらの海進層は確かめられておりません。

《東海(東シナ海)大陸棚下の第四紀海進層》
杭州湾と同湾以南の東海(東シナ海)大陸棚海域では、ボーリングによって3層の海進層の存在が知られています。また音波(地震)探査の結果によると、同海域の杭州湾口と奄美大島の間の大陸棚下では、厚さ100mをこえる第四紀層が12層に分けられ、海成層は上位より ・ ・ ・ ・ V ・ 層と名づけられています。それらの海成層は、図4・8に示すように、

層 = 黄海海進 (H)

層 = 黄海海進 (H)

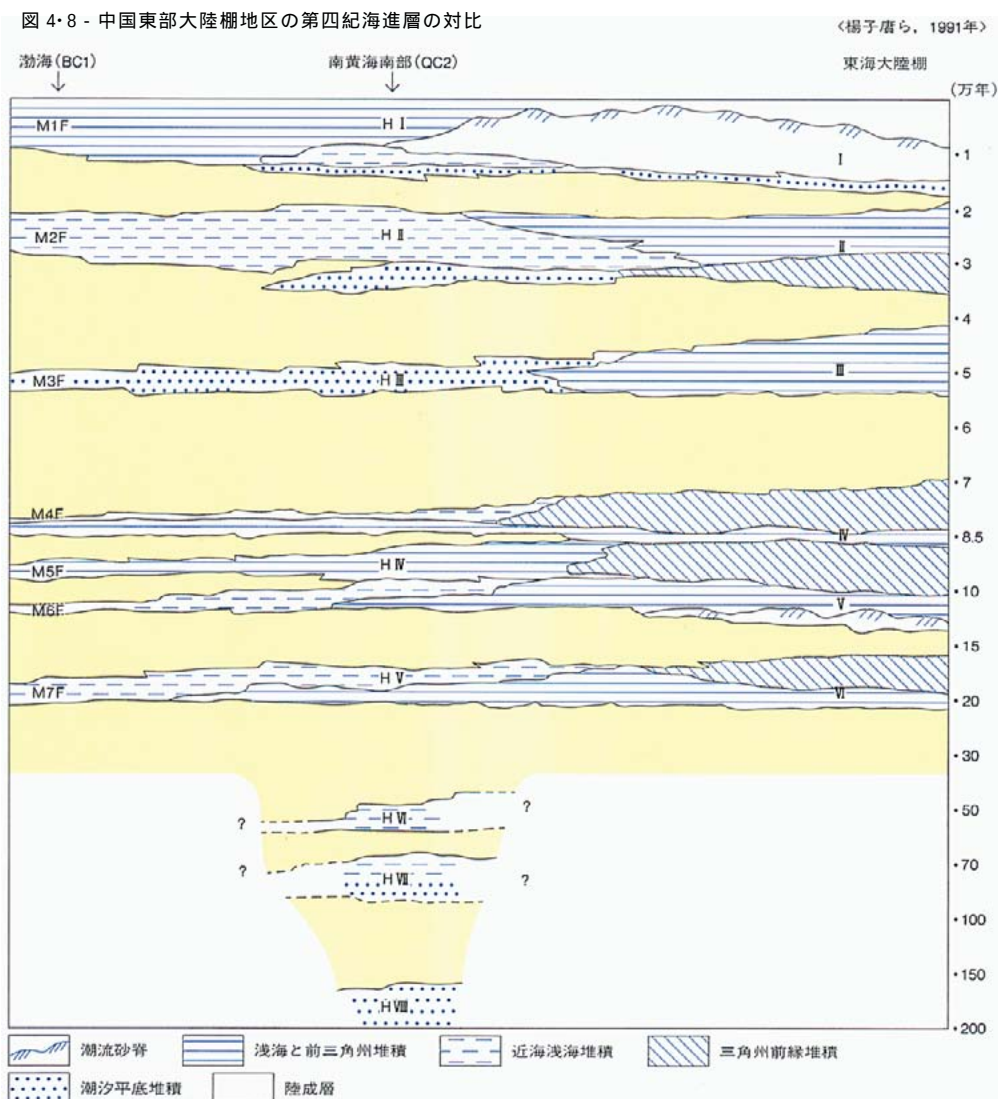
層 = 黄海海進 (H)

層・ 層 = 黄海海進 (H)

層 = 黄海海進 V (H V) に対比されています。この音波探査結果では、より下位の黄海海進 ・ ・ 層は確かめられていません。

《東海(東シナ海)大陸棚下の鮮新・更新統》
東海(東シナ海)大陸棚海域の石油探査のためのボーリングについては詳しくは公表されていませんが、その概要報告やいくつかの研究が公表されています。これらによりすると、同海域に広く分布している第四紀層(更新統・完新統)は東海群(群 = 層群)と呼ばれ、その層厚は一般に300～400m、最大500mで、下位から上位にむかって、海陸過渡層(海成・陸成互層)から海成層に移り変わります。また、第四紀層に整合におおわれている鮮新統の三潭組(組 = 累層または層群)は、層厚が西部では300～500m、東部では1,000～1,500mに達しています。三潭組の下部(下部鮮新統)は陸成層、同上部(上部鮮新統)は海陸過渡層(海成・陸成互層)です。

東海(東シナ海)大陸棚海域では、第四紀層の基底(東海群の基底)は、海生浮遊性のグロボロタリア・トランカトリノイデスが出現する



層準（オルドバイ正磁極亜期の海進とみなされている）におかれています。したがって、東海(東シナ海)大陸棚下の第四紀層(東海群)に、黄海海進・・・層(H・・・H・・・H層)がはさまれているのは間違いありません。

以上をまとめますと、東海(東シナ海)大陸棚海域における鮮新世以降の地層の層相は、下部鮮新統が陸成層、上部鮮新統から下部・中部・上部更新統が海成・陸成互層、完新統が海成層、と変遷したと考えられます。

瀬戸内沈降帯西部と中国大陸・朝鮮半島間の陸橋問題

つぎに、日本海海底下の地層から推定される日本海の環境変遷という側面から、瀬戸内沈降帯西部と中国大陸・朝鮮半島間の陸橋問題について考えてみます。

多田隆治氏は、1993年に「新生代における地球表層環境変化と日本海」という論文を発表しております。それによりますと、国際深海掘削計画(ODP)の日本海深海掘削(最深掘削は海底下900m深)は6つの地点でおこなわれ、海底下の第四紀から新第三紀中新世にわたる地層について研究がおこなわれています。これらの地層は、上位より、ユニット1・2・3・4・5・6に分けられ、各ユニットの境界の年代は、

ユニット1/2境界＝約250万年前

ユニット2/3境界＝570～680万年前

ユニット3/4境界＝約1,000万年前

ユニット4/5境界＝1,400～1,500万年前

ユニット5/6境界＝1,700～1,800万年前

と見つもられています。

これらのユニットのうち、ユニット2は珪藻質堆積物からなりますが、それらの珪藻種のほとんどが寒冷系のものです。これは、前期鮮新世には西南日本と朝鮮半島が陸続きとなり、朝鮮海峡からの暖流系の流入が断たれ、ユニット2の上部(約350万年前)、すなわち後期鮮新世になって、ようやく朝鮮海峡から暖流系の流入がみられるようになったためと考えられています。

ユニット1は明暗互層の堆積物からなり、約120万年前の層準を境にして、上位の明暗のコントラストの強いユニット1aと、下位の明暗のコントラストの弱いユニット1bに2分されています。明暗互層の明部は間氷期、暗部は氷期を示しているため、日本海では、約120万年前頃から氷河性海面変動の影響が大きくなったと結論されています。

また鎮西清高氏は、1993年の論文「新第三紀における日本列島海域の古環境」のなかで、大桑・万願寺動物群(石川県の金沢周辺及び秋田県の万願寺付近から多産、鮮新世・前期更新世の寒冷系貝化石群)や、新大桑動物群(大桑・万願寺動物群より上位にあって、温暖帯の種を主とする貝化石群)など、おもに貝化石群集の研究にもとづいて、鮮新世・更新世の日本海域の古地理について、次のように述べています。

「おそらく120万以前には、日本海は外洋水の流入が少なく、太平洋から相対的に孤立していたであろう。それが、120万年前頃から氷河性海面変動の振幅が大きくなり、同時に朝鮮海峡の開口部が拡大されて、高海水面期には東シナ海を経由して暖流系水が流入する……。日本海では、前期更新世の後半の120万年前頃から、現在とよく似た海が間氷期に出現するようになった……」。

つまり、ODP日本海深海掘削コアの珪藻化石群集と日本海沿岸の日本の鮮新・更新統の貝化石群集からみて、前期鮮新世には大陸と西南日本は陸続きであり、後期鮮新世には朝鮮海峡から日本海へ暖流が流入するが、前期更新世のはじめになっても、なお日本海は太平洋から相対的に孤立していた。前期更新世の後半の約120万年前頃から、氷河性海面変動にともなって、間氷期に暖流が本格的に日本海に流入するようになったのです。

朝鮮海峡から日本海への暖流の流入の問題は、西南日本と大陸との陸橋問題でもあります。さきに述べたように、中国の研究者たちは、東海(東シナ海)大陸棚下の鮮新世以降の地層

の層相について、下部鮮新統が陸成層、上部鮮新統と下部・中部・上部更新統は海成・陸成互層、完新統は海成層としています。これは、いま述べた日本海の研究から得られた古環境の変遷とも矛盾しません。

もちろん現在では、まだ東海(東シナ海)大陸棚下の地層についても、また朝鮮海峡海底下の地層についてもデータは不十分です。しかし少なくとも、西南日本と大陸とは、鮮新世・更新世には、何度となく、朝鮮海峡から東海(東シナ海)、黄海、渤海にかけて広がる大陸棚を陸橋として、陸続きであったと結論することができます。そして、揚子江(長江)水系・黄河水系は、この陸続きとなった大陸棚域を南流していたでしょう。

鮮新世から前期更新世のはじめにかけて、瀬戸内地域を西流した古瀬戸内河湖水系が、九州西方の大陸棚域で揚子江(長江)水系・黄河水系と合流していたのか、あるいはこれら3つの大水系は、沖縄舟状海盆に位置していた海にそれぞれ別々に流入していたのか、そのあたりのことは、現在はまだよくわかりません。それは、将来の調査・研究にまたねばならない問題です。