

东海白垩纪—第三纪古地理

陈颐亨

(地矿部海洋地质综合研究大队)

提要 作者据海区和周边岛屿的地质、地球物理和钻井资料描述了东海的白垩纪—第三纪古地理，并绘制了该时期的系列古地理图，从而有可能归纳出东海在某些时期具有“南海北陆”，古地貌上犹如今日渤海—黄海陆缘海盆及其周边陆地环抱等特点。同时简略地讨论了海水进退和古气候，分析了东海东部活动大陆边缘构造背景出现的时间。

主题词 古地理、“南海北陆”、东海

作者简介 陈颐亨 男 54岁 高级工程师 石油地质

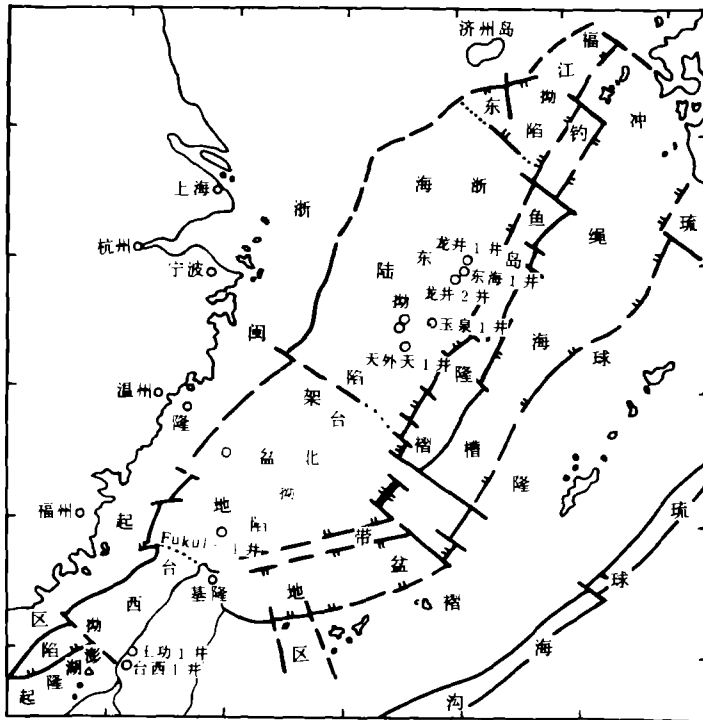


图1. 东海大地构造区划简图 (据周志武等图简化)
Fig.1 The Tectonic map of East China Sea

东海是中国四大海区之一，辖浙、闽海岸线至琉球群岛，济州岛至澎湖群岛间的77万平方公里广大面积。它占据着中国最宽阔的大陆架，又有东亚著名的弧后盆地（冲绳海槽）和花环状岛弧（琉球、台湾诸岛），是构造上复杂的陆、洋壳过渡区。可是，长期以来茫茫大海犹如一层面纱掩盖了它的地质真面目，人们不得不从周缘陆地和岛屿地质来揣测它的“隐密”。七十年代以来，东海的地球物理调查工作有了突飞猛进的发展，已能详细地勾勒出东海的地质构造轮廓；星罗密布的海上钻孔也正在不断地揭示它的内部世界。

现经地矿部海洋地质综合研究大队的研究（根据重力、磁法、地震等多方面的调查成果）已划分出两盆三隆的构造单元（图1）。同时，海上钻探成果揭示，现今地理范围的东海在白垩纪至第三纪期间曾经历过“沧海桑田”的古地理变迁（白垩纪前情况仍不清楚）。据周边地质和近年来国内外物探和钻探成果，作者编制了东海白垩纪—第三纪古地理略图（图2），从中可以概略地了解东海的海陆变迁史及构造发展史。

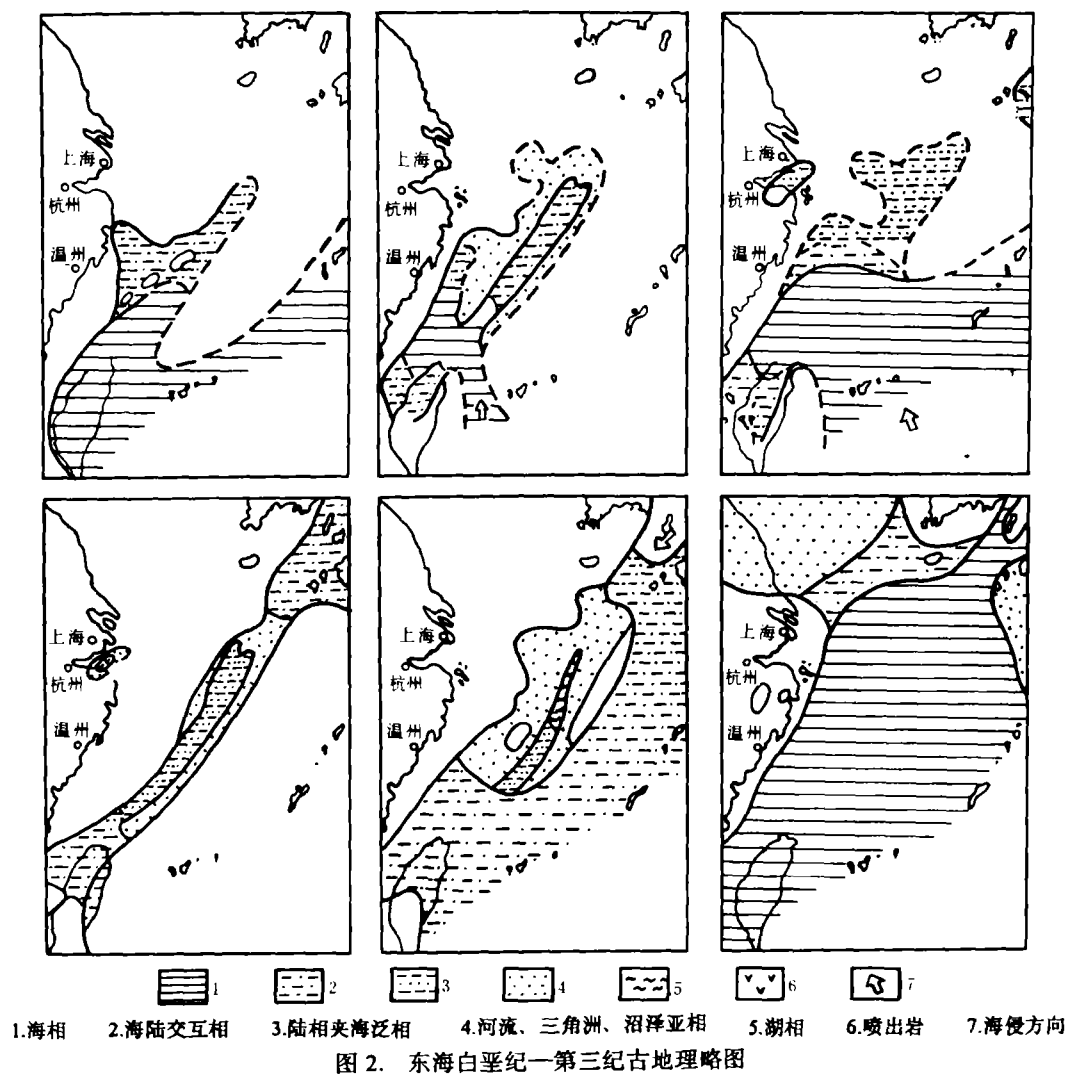


Fig.2 Sketch map of paleogeograph on Cretaceous-Tertiary, East China Sea

一、白垩纪

白垩纪的海水广泛地淹没了北纬 28° (大致相当陆上温州的纬度) 以南的东海南部海域, 台湾地质工作者报道在台西坳陷和澎湖隆起边缘就有五口井在不同深度钻遇早白垩世地层 (北港二井 1464—2172m、北港三井 1962—2080m、梅林一井 3910—4325m、后壁一井 4025—4112m 和金湖一井 1570m 附近), 纪文荣 (1984) 将此套地层命名为云林层。这些井的云林层含菊石、瓣鳃类、有孔虫和钙质超微化石。以往林朝繁 (1961) 曾据菊石的研究提出这套地层的时代属侏罗纪的看法; 日本地质工作者松本达郎等 (1965、1979) 同样据菊石和瓣鳃类化石的研究将其归入白垩纪; 黄敦友 (1968) 据有孔虫化石鉴定成果曾定为古新世。但近年来黄廷章 (1978) 和纪文荣 (1980、1982) 据钙质超微带化石和松本达

郎 (1979) 对 *Philloceratid* 科菊石的重新研究, 已明确云林层应归入早白垩世阿普第期为宜。

另外, 据黄廷章 (1981) 的资料, 在台湾近海的南彭佳屿盆地 (在彭佳屿岛西北, 相当图 1 的台北拗陷南部) 还钻遇过晚白垩世马斯特里赫特期(?) 的地层。

在浙江沿海及其以东陆架浅海地带虽广泛发育着白垩纪的火山沉积杂岩, 但在象山县的石浦镇已发现含海相化石 (藻类、虫管、介形类、瓣鳃类和腹足类等) 的灰岩, 并有同位素年龄值为 1.1 亿年的脉岩侵入其中, 浙江石油地质研究所推断其为侏罗—白垩纪地层, 同时浙东拗陷钻井中也发现再沉积的白垩纪钙质超微化石, 说明白垩纪的海水很可能还曾“海泛式”的侵进到北纬 28° 以北的局部地区。

另据日本地质工作者井上英二等人的意见 (1982), 在东海最北部 (福江拗陷) 可能存在着类似于南朝鲜庆尚超群的一套以陆相为主的白垩纪火山沉积杂岩。

因此, 就目前掌握的资料可以认为, 东海陆架区的白垩纪海水是从南向北侵进, 当时东南南部为浅海海盆; 而东海北部却为火山喷发活跃的边缘陆地, 仅部分低凹部位断续地被海水漫入, 并沉积了海相夹层。

二、 古新世

近年来通过钙质超微化石的研究^[4,5], 在台湾西部和澎湖隆起北侧存在着古新统, 并以陆相火山喷发岩为主。如王功一井 3180—4100m 钻遇结晶质凝灰岩、玻璃质凝灰岩和角砾凝灰岩, 夹含古新世钙质超微化石的凝灰质海相页岩。台西一井在 1870—1981m 同样钻遇酸性凝灰质砂岩、砾岩及泥岩的互层, 夹含 NP₅—NP₁₀ 带钙质超微化石的页岩, 纪文荣

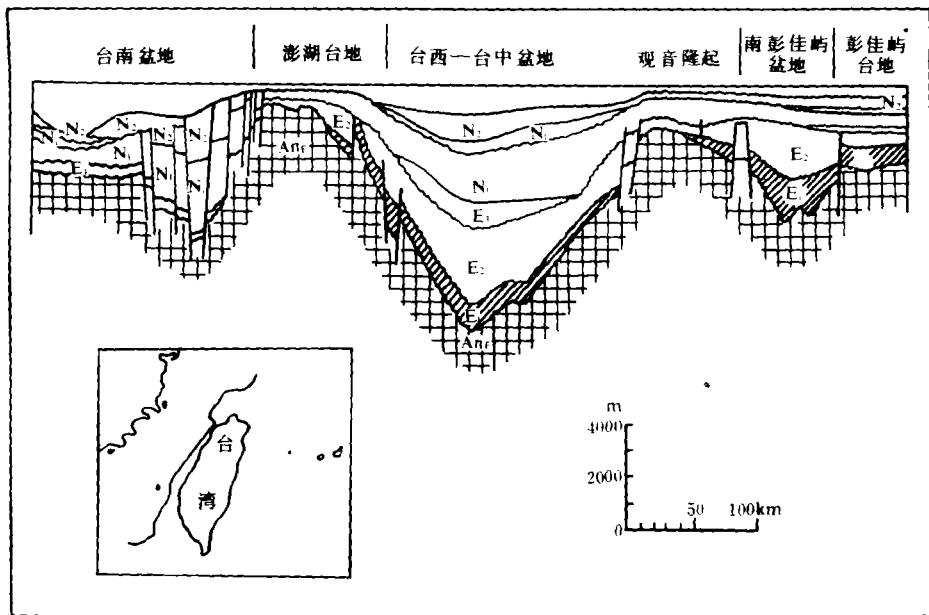


图 3. 台南盆地—彭佳屿台地地质剖面
Fig.3 Tainan Basin—Pengjiayu Plateau geological Section

(1984) 将之命名为王功层。

但是, 据黄廷章(1981)等人的资料, 在彭佳屿台地(相当图1的台北坳陷南部一个低凸起)和彭佳屿盆地都钻到比较完整的古新世地层。同时, 在陆架西南部也钻遇暗色砂岩与泥岩的互层, 含海相化石颇丰富, 包括齐全的中晚古新世化石带, 有相当 Martini 划分的 NP₄₋₉ 钙质超微带化石, 还有 Blow 划分的 P₃₋₇ 有孔虫带化石, 以及沟鞭藻、介形类等, 说明台北坳陷的古新世海相地层比台湾西部发育得更好, 基本上属陆架海盆或陆缘海型的沉积。而台湾西部已如上述, 仅有间断的海泛, 属海侵边缘。同时据孙习之的资料, 澎湖隆起以南的台湾浅滩至南海珠江口盆地皆无古新世沉积(见剖面1), 故可推测东海陆架的古新世海水应来自台湾以东的菲律宾海。

浙东坳陷南部的钻孔也发现某些地层含再沉积的古新世钙质超微化石, 说明古新世的海水也曾北侵到该地。但是在东海陆架其余地区和冲绳海槽-琉环岛弧一带尚未钻遇或划分出确切无疑的古新世。

三、 始新世

根据目前掌握的资料来看, 这是东海很重要的一次海侵时期。在陆架西南部台北坳陷有多口钻井揭露了以砂岩为主夹泥岩和生物碎屑灰岩的海相地层, 其中含丰富的底栖与浮游有孔虫、钙质超微、沟鞭藻及介形类等。

在台湾及澎湖地区也普遍钻遇含始新世早—中期钙质超微带化石(NP₁₂—NP₁₆)的地层。但是, 在澎湖隆起周围基本上以非海相成因的巨厚红色页岩及沉凝灰岩为主, 如王功一井3054—3180m的始新统就是一套谈红色至褐色的凝灰质页岩和绿褐色凝灰质长石砂岩, 黄廷章(1981)将其称为双吉红层。

在陆架北部的浙东拗陷, 目前钻遇的始新统以湖相、沼泽相砂泥岩互层夹煤为特色, 并夹含有孔虫、沟鞭藻和介形类的海相层。

在琉球群岛中南部始新统也较发育, 如石垣岛、西表岛和小浜岛出露了始新统宫良川组和野底组, 前者为砂岩、砾岩、粉砂岩及生物灰岩, 含丰富的海相瓣鳃类、有孔虫、珊瑚和钙藻化石, 后者是中酸性熔岩与火山碎屑岩夹砂岩及砾岩, 砂岩中含海相有孔虫及瓣鳃类化石。在奄美大岛和冲绳岛分别划分了始新统和野组与嘉阳组, 它们也是砂岩、砾岩与粉砂岩的互层, 同样含有孔虫、瓣鳃类和珊瑚, 如 *Nummulites* sp., *Acila (Truncacila)* sp., *Lucina* sp. 等。从这些化石的生态分析来看, 它们大都是浅海环境生长的属种。

冲绳海槽中虽然目前实际资料贫乏, 但已知在其南部的小野寺海山西坡拖网取样也采到安山岩、闪长岩、石英长石砂岩等, 与野底组的火山岩和沉积岩类可以相比。

同时, 从近年江苏、南黄海和华北等地不断报道发现钙质超微和有孔虫等化石来看^①, 东海的始新世海水淹没的区域应该很广, 海进高峰期时可能曾多次北进“海泛”到上述地区。

四、 渐新世

^①赵政璋, 1985, 苏北东台坳陷阜宁组沉积时与海水的连通性, “第二届全国碎屑岩沉积学术讨论会论文051”。

从始新世晚期起, 东海的许多地区即开始发生活跃的地壳运动和抬升, 并伴有火山活动, 如台湾的埔里运动、陆架区的玉泉运动和琉球群岛的高地运动^①, 使东海大部分地区都处于陆地环境下, 仅台湾南部有浅海、滨海、沼泽和三角洲相的五指山组和粗坑组等沉积。在日本九州南部至福江拗陷一带堆积了海陆过渡相的松岛组、芦屋组的煤系地层, 而东海陆架东部的凹陷中虽然钻井揭示渐新统颇发育, 但却以浅湖、滨湖和河流等陆相环境占主导地位, 不过偶夹含有孔虫和钙质超微化石的海相层而已, 且化石个体数量少、属种单调, 系生活在有淡水注入的广盐性海相生物。所以, 渐新世时整个东海都处于水退阶段, 不仅海区局限于东海陆架南、北两端, 而且就沉积区的范围来看也比第三纪其他时期为小。

五、 中新世

这是东海又一次广泛沉降的时期, 特别是陆架盆地东部和台湾西部沉积厚度相当大。在台湾, 该统的沉积旋回性很明显, 由海陆过渡相含煤层系和滨海、浅海相碎屑岩组成。由于八十年代以来在钙质超微和有孔虫化石研究方面取得很大进步, 已建立起一套完整的可全台湾对比的钙质超微(A-R)和有孔虫基准剖面(A-T)。

东海陆架盆地东部凹陷中所钻的井皆见到以陆相为主(含孢粉和轮藻等)的碎屑岩地层, 仅在沉降最深的局部地区的中新统内才夹海相层, 说明在沉降高峰期曾有间断性的海泛。

从地震反射剖面上可见, 陆架盆地的中新统向东可延续覆盖到钓鱼岛隆褶带, 并一直向东追索到冲绳海槽盆地。在钓鱼岛隆褶带北部的一些岛屿出露了中新统五岛群砂、泥岩, 在男女群岛还有熔凝灰岩等火山岩类堆积, 在该带南部的钓鱼群岛出露了陆相为主的钓鱼岛组砂岩、砾岩夹薄煤层。

在冲绳海槽到琉球隆褶区, 无论钻孔揭示的或岛屿上出露的岩石都表明中新统以海陆过渡相的砂岩、砾岩偶夹煤层为特征(八重山群), 在吐噶喇1井还钻遇晚中新世的火成碎屑岩和熔岩。在琉球隆褶区东部的一些低凹部位(如岛尻盆地)的钻井中则揭露了含*Praeorbulina* spp., *Globigerinoides sicanus*, *Catapsydrax dissimilis*等的浅海一半深海相砂岩、泥岩夹煤和灰岩的地层。

在陆架最北部近对马岛一带, 从*Globorotalia praescitura*等有孔虫资料分析, 中新统也属浅海一半深海相沉积。

所以, 中新世的海水侵进方向仍沿袭了渐新世的格局, 既来自台湾以南, 也来自日本海方向。而东海陆架盆地, 特别是其北部, 主要还是河流相和湖相环境占优势。

六、 上新世

此时期(特别是其晚期)的海区范围是第三纪中最广的, 已逐渐接近今日东海的规模。

在台湾, 上新统苗栗群分为锦水组和卓兰组两套海相碎屑岩系, 锦水组以浅海相页岩为主, 含蟹、腹足类、瓣鳃类、有孔虫和珊瑚等, 卓兰组由滨海—浅海相砂岩与泥岩互层组成。

^①陈颐亨, 1986, 东海构造运动评述(特刊)。

在琉球群岛和冲绳海槽则为所谓的“岛尻海”淹没，上新统的岛尻群既含 *Anadara sedanensis*, *Chlamys satoi* 等潮间带一数米深内湾属种，也含 *Lamellinucula*, *Ennucula*, *Malletia* 等浅海—半深海相属种。

在东海陆架盆地内，上新统下部是陆上环境的河流相碎屑岩，向上逐渐过渡到海陆交互和海相占优势的砂岩、泥岩地层。含温暖正常盐度陆缘浅海环境生活的有孔虫、钙质超微等化石。预计上新世晚期的海侵范围北可达长江口至济州岛一线，西侧已接近现今的海岸线。

因此，东海的晚中生代—第三纪古地理既不像某些人臆测地那样，始终是一片汪洋；也不像某些人在东海陆架盆地北部钻了少数井发现陆相占优势后走向另一极端又把它看成与中国东部诸盆地完全无异那样，是一个陆相盆地。从目前掌握的资料已可说明，其海陆变迁还是较为纷繁多采的，总的特点有：

1. 南北差异较大，东海陆架盆地南部自白垩纪以来大部分为海域所占；而北部则相对陆地环境占了主导地位，仅在沉陷较深部位间歇性地有海泛性沉积环境出现和上新世晚期才广泛地为浅海淹没，所以东海白垩纪—第三纪的古地理可简括为“南海北陆”的景观。

2. 由六张古地理图可见（图2），白垩纪—始新世时东海南部是一种海湾环境，当时的古地貌颇似现今渤海—黄海的外形，真正的外海深水地带远在琉球群岛以东。

3. 渐新世—中新世时整个东海处于上升背景下，故大部分为陆区所占，在差异沉降下在东海陆架盆地东部某些箕状断陷中沉积了很厚的陆相地层。

4. 上新世起东海进入一个普遍沉降的时期，沉积的差异性减少，晚期海水覆盖面积很广。

5. 从白垩纪—第三纪的有孔虫、钙质超微和孢粉等化石的古生态、古气候研究可知，东海的白垩纪—始新世是温暖潮湿的热带—亚热带气候，渐新世降为暖温带气候，中中新世稍有转暖的趋势，然后温度又逐渐下降，直至今日的温带温度体制；而且从东海陆架盆地到琉球群岛的白垩纪—渐新世有孔虫和软体类等海相化石的生态分析可知，它们基本都是陆缘浅海的属种，仅仅从中新世以来在冲绳海槽和琉球隆褶区东部才出现一些半深海—深海相属种。所以，从生物地层和古海洋学的分析来看，晚中生代到早第三纪在东海出现活动大陆边缘的可能性不大。从地史分析的观点出发，当时东海仍处于板内体制下，只是到了中新世晚期以后才有可能在东海东部逐渐出现活动大陆边缘的构造背景。

收稿日期 1987年7月25日

参 考 文 献

- (1) 周志武等, 1985, 石油与天然气地质, 第6卷, 第1期, 1—12页。
- (2) 纪文荣, 1984, 石油季刊, 第19卷, 第4期, 2—12页。
- (3) 崔占堂, 1987, 海洋地质与第四纪地质, 第7卷, 第4期, 107—114页。
- (4) 井上英二, 1982, 海洋地质译丛, 1983, 第5期, 10—21页。
- (5) Huang TingChang, 1981, tertiary calcareous nannofossil stratigraphy and sedimentation cycles in taiwan: Ptoc.ASCOPE Conference Manille.
- (6) Sun S.C., 1981, the Tertiary basins of offshore Taiwan: Ptoc.ASCOPE Conference Manille.
- (7) Nobuo Ikebe, 1984, pacific Neogene datum planes. University of Tokyo Press.

CRETACEOUS-TERTIARY PALAEOGEOGRAPHY OF THE EAST CHINA SEA

Chen Yiheng

(The Marine Geological Comprehensive Research Party,
Ministry of Geology and Mineral Resources, Shanghai, China)

Abstract

Tectonically the widely extensive East China Sea is considerably complex. It not only has a broad shelf, but also has a famous epi-Pacific system of trench-arc-trough. The sea is a new frontier with a significant hydrocarbon potential. Nevertheless, in the past, the stratigraphy, the geological evolution and tectonics of the East China Sea were less understood, they were merely conjectured by the geological data of surrounding areas and islands. Until now, there is no relatively detailed palaeogeographic analysis. Recently, with the advance of petroleum exploration, the stratigraphic sequences of individual tectonic units can be established by a combination of the seismic-stratigraphy, records of several wells, and the biostratigraphy of many neighboring islands. Thus a series of Cretaceous-Tertiary palaeogeographic maps (including Cretaceous, Paleocene, Eocene, Oligocene, Miocene and Pliocene) can be made, and the palaeogeographic changes of the East China Sea can be analysed.

Based on the drilling data in raiwan and the southern part of the East China Sea, as well as Cretaceous outcrops with many fossil in the eastern Zhejiang province, the author proposes that the area of Cretaceous transgression is extensive, and the Cretaceous strata most likely become a significant petroliferous formation in the East China Sea. Recently the extensive Paleocene is also proved by the data of exploration wells in Taiwan and offshore areas, as well as the interpretation of seismic-stratigraphy. The Eocene marine facies as a global extensive transgression naturally occupied a more extensive region. However, the Oligocene sedimentary area was reduced due to the influence of Puli movement, whereas the continental facies was increased. According to the series of maps composed by the author, during Paleogene, the characteristic of the East China Sea is marine in the south part and land in the north part, i.e. the south of the latitude where Winzhou city located was a sea area with developed marine facies, whereas the north of it was dominated by continental facies. During Miocene, the shelf basin of the East China Sea had a trend of uplifting, thus a terrestrial deposit occupied most of the shelf. During Pliocene, an extensive transgression also occurred in the East China sea, its north part reached the border between Huanghai and the East China Sea, and the west part approached the present coast. It is almost the same as the modern morphology of the East China Sea.

According to the palaeogeographic evolution, therefore the differentiation between the south part and the north part is quite obvious. During Cretaceous–Tertiary a terrestrial environment had persisted a relatively long time in the north part of the East China Sea, while the south part of the East China Sea and Taiwan had been a marine environment with the features of epicontinental sea basin–open shallowsea, until Miocene, relatively deep–water troughs under the extensional setting occurred in the Okinawa trough. therefore the author consider, in terms of a palaeogeographic analysis, during Cretaceous–Tertiary the shelf of the shelf of the East China Sea is mainly a continental Craton basin. May be only since Miocene, a tectonic framework of an active continental margin has been formed at the eastern border of the East China Sea.

In addition, the author also briefly describe a model of Palaeoclimatic evolution from a viewpoint of geological history.