

关于东海残留沉积物的微体化石特征

汪品先 闵秋宝 卞云华

章纪军*

(同济大学)

(国家海洋局第二海洋研究所)

海底残留沉积约占世界陆架面积的70%^[3], 而残留沉积中分布最广的是残留砂。有孔虫、介形虫等微体化石, 其壳体大小与砂粒相当, 而不同的属种又有特定的生活环境, 因此它们在沉积过程中可以反映沉积条件, 在搬运用中又可看作指相颗粒。研究残留沉积物中微体化石的属种组合、保存状况、数量和大小等特点, 应能为研究陆架残留沉积的产生与变化过程提供某种依据。

关于陆架残留沉积的化石资料不少, 但大多局限于脊椎动物、软体动物等大化石, 而对有孔虫、介形虫等微体化石群的详细情况尚缺乏分析。一般只是指出由于残留沉积的关系, 造成陆架有孔虫埋葬群的复杂化^[5]。美国Polski^[6]研究亚洲北部岸外有孔时, 曾指出东海陆架上有着“保存良好的”与“置换的”壳体, 并大体圈出其富集区。可惜该文只是大区域的概查, 有些提法与实际出入颇大(如认为水深400英尺外无保存良好的有孔虫壳等, 又只限于表层沉积, 因而难以得出确切的结论。

近年来, 我们对东海陆架的表层沉积与柱状样进行了大量的微体古生物分析, 其中不少样品属于更新世残留沉积。本文试图归纳微体古生物分析的结果, 探讨残留沉积的有关问题, 诸如: 残留沉积物在微体化石方面的识别标志、残留沉积形成的环境与年代、形成以后所经受的改造作用。由于资料 and 水平的限制, 也由于残留沉积问题的复杂性, 本文所述只是初步探讨, 有待进一步研究。

东海陆架残留沉积物中的有孔虫、介形虫等微体化石群, 在保存状况、个体数量和属种组合三方面, 都有着不同于现代沉积的特点。现先从最突出的特征——保存状况进行分析。

东海海底的有孔虫壳体, 按保存状况可以分为五类:

- 1.完好壳: 壳体完整, 表面新鲜, 壳内无充填, 壳质未变化。
- 2.磨损壳: 壳体破损。一般的破损并不一定与残留有关, 然而壳壁强烈磨圆, 甚至只剩壳体核心部分, 则说明它只能是在高能环境下发生。对于陆架外缘来说, 必属更新世低海面时期的沉积。
- 3.污染壳: 壳面被氧化铁染为铁锈色, 或因氧化锰污染而呈黑褐色, 在此层薄膜之下壳体仍为原色。有时由于污染不匀, 而使壳面呈花斑状。

本文1979年6月18日收到。

* 参加本文样品分析的有沈明涛等, 图件由同济大学海洋地质系及海洋局二所绘图室清绘

4.交代壳：壳壁方解石或文石已被置换交代。常见者为磷酸钙交代，使壳壁全部呈黄褐色，用钼酸试验见黄色粉末。

5.充填壳：壳内已被异物充填，充填物可为泥、海绿石或方解石等。当充填物富含氧化铁时，壳体呈红褐色，如全被方解石充填，壳体呈玻璃状。

上述分类并非截然，如交代壳常已强烈磨损，污染壳也多有充填等等。其中，强烈磨损壳、污染壳及氧化铁充填壳，只能在低海面时出露水面遭受氧化或者在接近海面的高能环境下形成，故均应属于残留成因；交代壳和一部分充填壳，也只能在长期不被沉积物埋藏的条件下形成，故亦应属残留或再沉积类型。只有完好壳中的一部分，才有可能为现生种。

如果我们把强烈磨损壳、铁质污染壳、交代壳和氧化铁、方解石充填壳统称为明显残留壳，并且统计东海北部东西向剖面中明显残留壳所占的比例，即可看出东、西两个残留壳高值区（图1），东区位于陆架外缘，水深约100—150米；西区在长江口外，大约在 $122^{\circ}30' E$ 以东，其明显残留壳的含量较东区为高（图2）。在二区内，明显残留壳富集的样品均呈斑状而非连续分布。

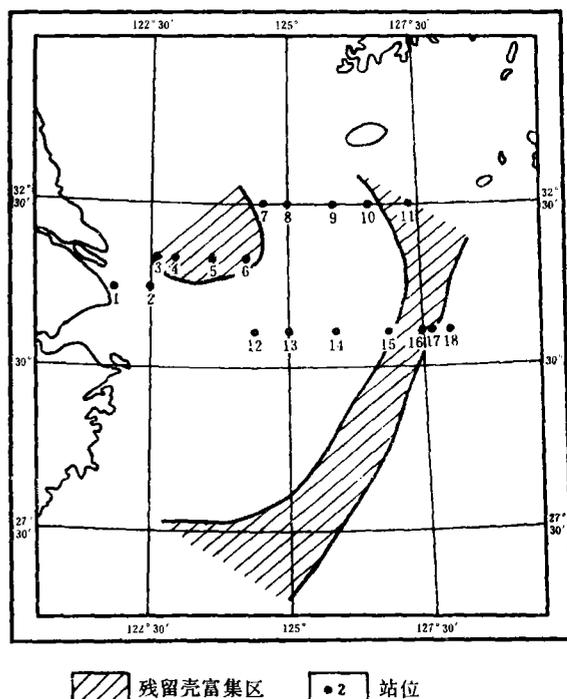


图1 东海底质中残留有孔虫壳富集区分布示意图

必须指出，保存状况并不是残留微体化石的必备标志。图1、图2所指的明显残留壳只是残留壳的一部分。根据第四纪海相层露头的观察，同一个风化剖面上，表层的

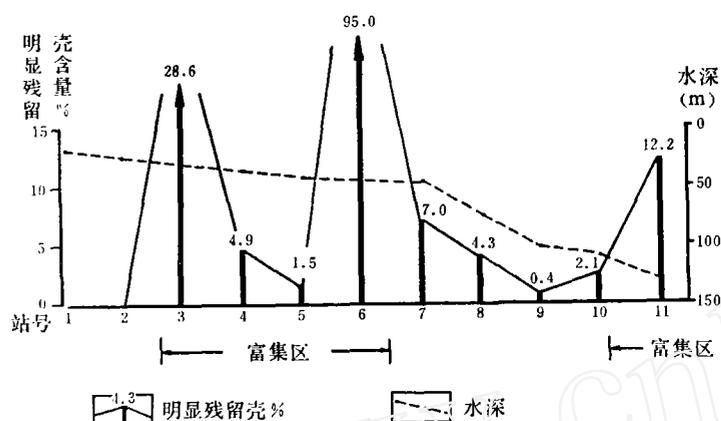


图2 东海北部东西向剖面底质中有孔虫明显残留壳百分含量变化图(站位见图1)

有孔虫壳已经氧化而呈红色，但不出露的壳体仍为白色，因此完好壳中也有一部分可能是残留壳（可称非明显残留壳）。再者，残留壳的保存状况呈现出明显的过渡系列，例如有的壳体半个红褐、半个洁白，或早期房室充填而色暗、晚期房室中空而洁白，均可能是风化作用不均匀所致。

沉积物中有孔虫、介形虫含量的多寡，是辨认残留沉积的又一标志。作为更新世低海面期海陆过渡相或陆相沉积的残留物，残留沉积在未经深刻改造前其微体化石含量普遍甚低。根据最近对新鲜表层沉积物用虎红染色法调查的结果，此类残留沉积区一般不含或几乎不含活有孔虫，这很可能说明此区不宜于底栖有孔虫生活与保存。图3所示系东海东西向剖面中每克表层沉积物所含有孔虫个数的分布图。由图可知，每

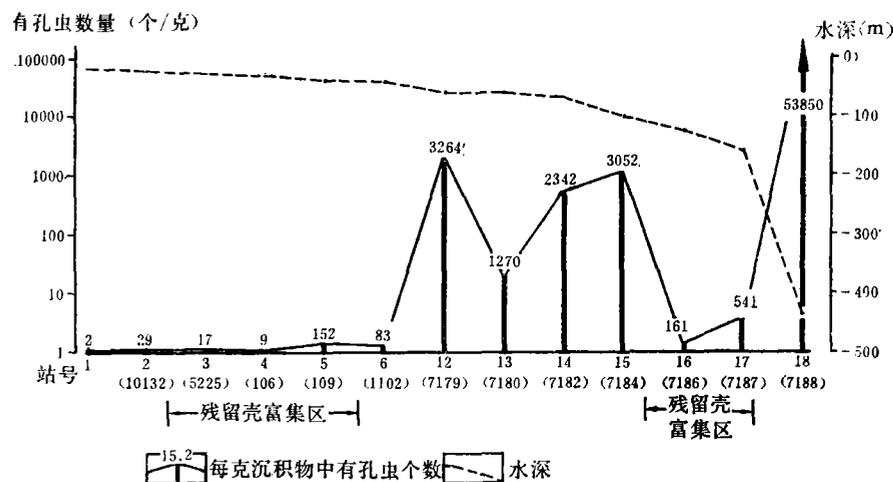


图3 东海陆架东西向剖面表层沉积中有孔虫数量分布图(站位见图1)

克残留沉积中有孔虫的个数通常在百枚左右,比其他陆架沉积低二、三十倍,而与河口现代快速沉积区的数值相近。不过,残留砂经强烈改造后,微体化石的含量剧增,这在下面还要叙及。需要指出的是,残留沉积物中有孔虫、介形虫个体数量反常,也可以朝另一方向发展。黄海海底曾发现有孔虫个体数量和分异度异常高值的残留沉积区,这是因为属晚更新世中期海进时的残留沉积,当时的化石群与全新世海进以来积累的壳体迭加,使个数明显超过周围的现代沉积。

残留沉积物微体化石群的另一特征,是化石群的生态组合不符合现代沉积环境。这种古今环境上的差异,在东海陆架外缘区的残留化石群中表现最为突出,那里有代表近岸浅海或滨岸环境的无刺仿轮虫 *Pararotalia inermis* (Terquen)、拉马克五块虫 *Quinqueloculina lamarckiana* d'orbigny、藤壶 *Balanus*、牡蛎 *Ostrea* 等化石。长江口外的残留沉积区现在仍属浅水环境,残留的微体化石群往往是晚更新世中期 (Q_3^2) 海进时的遗物,以同现卷转虫 *Ammonia annectens* (Parker et Jones)、光滑抱环虫 *Spiroloculina laevigata* Cushman et Todd 及方地豆艳花介 *Leguminocythereis hodgii* (Brady) 等为主,虽亦系浅水属种,但以保存状况易于与现代类型相区别。

保存状况、个体数量与属种组合虽是残留沉积物微体化石群的三大特征,但在鉴别残留沉积时,并不要求三者同时兼备,在属种组合或保存状况两项特征中,只要有一项便是残留沉积的充分证据。Carter (1975) 在总结新西兰周围残留沉积的六项辨认标志时“就把被铁质污染和有潮间带至内陆架的生物壳体作为其中的两项⁽¹⁾,与东海情况相似,可见,东海残留沉积物微体化石群的特征,对各个海区应该具有普遍意义。

二

在讨论了残留沉积物微体化石群的共同特性之后,现进一步探讨其不同的方面,即微体化石群反映的残留沉积物的不同成因类型和不同形成时代。从微体化石群来看,东海陆架残留沉积物的成因类型,至少有近岸浅海沉积、滨岸贝壳砂、滨海沼泽沉积、河口沉积与陆相沉积等五种。严格地说,残留沉积只是指暴露水底的表层沉积而言,但是表层沉积多经改造(见下节),化石群常有混杂,柱状样中,接近表层的沉积物成因与表层相同,化石群则比较清晰,因此把它们也列入广义的残留沉积中一并讨论。下列作为各种成因类型实例的柱状样(站位见图4)中,有一部分就是采用

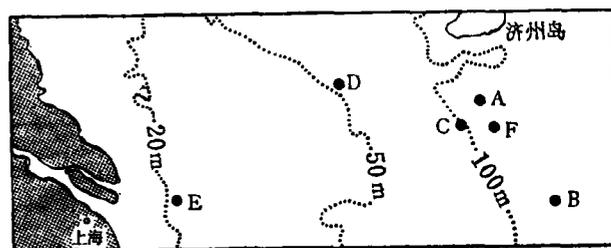


图4 柱状样A—F站位分布图

接近表层的沉积来说明当时的沉积环境。

1. 近岸淡化浅海沉积：以广盐性浅海底栖有孔虫与介形虫占优势的微体化石组合，在东海柱状样中广泛分布，现举陆架外缘的A站为例加以说明。此站水深112米，除柱状样顶部有大量浮游有孔虫、较深水底栖有孔虫加入外，距表面约85厘米以下即为暖水卷转虫为代表的浅水组合。图5a所示是该层一个样品的底栖有孔虫群组合，此样每克含有孔虫平均仅41枚，与现代长江口外前三三角洲的数值相当。底栖有孔虫群的优势种暖水卷转虫 *Ammonia tepida* (Cushman) 异地希望虫 *Elphidium advenum* (Cushman) 优美花朵虫 *Florilus decorus* (Cushman et McCulloch)、缝裂希望虫 *Elphidi-*

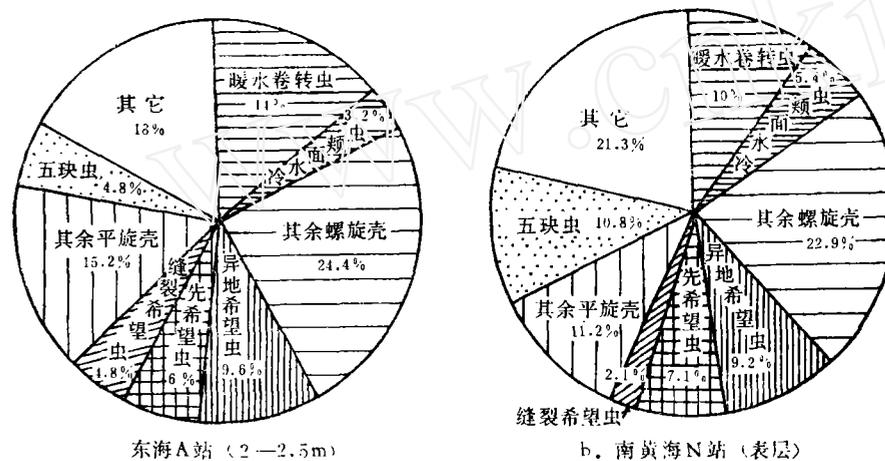


图5 东海陆架外缘A站（水深112米）残留沉积与南黄海N站（水深22.8米）表层沉积有孔虫群比较图

um magellanicum Heron-Allen et Earland及无刺仿轮虫等，都是东、黄海20米深线附近或20米以内浅海的常见种，共生的介形虫东台中华花介 *Sinocvthere dongtaiensis* Chen、现生弯贝介 *Loxoconcha viva* Ishizaki及东台新单角介 *Neomonoceratina dongtaiensis* Yang et Chen等，也都是分布在20米以内的现代浅水种，其中暖水卷转虫、缝裂希望虫、东台新单角介等又是东、黄海半咸水中最常见的类型，可见此组合代表水深20米左右的淡化浅海。值得注意的是冷水面颊虫 *Buccella frigida* (Cushman)、具瘤先希望虫 *Protelphidium tuberculatum* (d'orbigny) 两种含量较高，该两种具有明显的指冷性，在南黄海只集中在黄海沿岸流等低温水平分布区，冷水面颊虫在现代东海基本绝迹。它们在本层中成为优势分子之一，说明当时水温较低，证明低海面与低温度时期相当。如将本层底栖有孔虫的组成(图5a)与南黄海北部N站表层沉积中的底栖有孔虫群(图5b)作一比较，则不难看出二者十分相似，而N站现在水深仅22.8米，二月份平均底层水温仅4°C左右，可见A站古今环境的差异。除有孔虫、介形虫外，本层植物碎屑丰富，又含个别微咸——半咸水的兰蚬 *Corbicula*，同样说明淡水影响明显。

2. 滨岸贝壳沉积: 东海陆架外缘常见含强烈磨损壳体的贝壳砂, 属于滨岸贝壳堆积物, 现以B站柱状样为例说明。B站现在水深130米, 表层以下有厚一米左右的贝壳砂, 主要含牡蛎*ostrea*与藤壶*Balanus*碎片, 均已强烈磨损。藤壶常生长在潮间带石质基底或贝壳上, 牡蛎也多在近岸淡化水域, 而贝壳如此强烈磨损, 只能产生于波浪作用的高能环境之中。所含有孔虫群的优势种仍是暖水卷转虫、异地希望虫、无刺仿轮虫等近岸浅水种, 介形虫亦为宽卵中华丽花介*Sinocytheridea latiovata* Hou, 方地豆艳花介等浅水或广盐种, 共生的还有蛇尾类骨片、海胆刺、苔藓虫等滨岸浅海化石, 以及陆相的有壳变形虫刺盒虫*Centropyxis*和常见于海陆过渡相的盾形化石。凡大个体的有孔虫、介形虫壳, 都和贝壳一样遭受磨损, 只有小个体壳得以幸免, 这种现象也和现代潮间带高能环境所见相似。可见, 此层属于滨岸沉积。

3. 河口沉积: 无论长江口外或陆架外缘的残留沉积中, 都有一些只含细小有孔虫壳的沉积层, 属于河口相。根据现代长江口、钱塘江口底质的研究, 强潮汐河口的有孔虫埋葬群具有壳体细小、数量较少、皆属钙质壳的特点, 并兼有广盐与窄盐性类型。东海陆架外缘, 如水深100米的C站, 便含此类化石群。此站柱状样中有两层灰色细砂, 上层中如1.8—2.1米段每克沉积中只含有孔虫13个, 平均壳径0.17毫米, 相当于现代长江口三角洲前缘的数字; 下层如3.1—3.4米处每克只含有孔虫4个, 平均壳径0.15毫米, 相当于现代三角洲平原相(见表1)。这些有孔虫群与长江口、钱塘江口所见相似, 均不含胶结壳或瓷质壳, 而由窄盐海相的细小个体组成, 是潮水带进河口的异地埋葬群。所不同的是C站有孔虫群中浮游类型比例高达60—80%, 底栖类型中也有部分较深水属种(如五叶幼体虫*Pullenia quinqueloba* (Reuss))。造成这种差异的原因, 可能在于当时河口面临大洋, 潮水带进河口的多有较深水的开放性分子; 而今日长江、钱塘江向陆架内部开口, 浮游有孔虫和较深水类型自然少见。

表1 东海陆架外缘C站(水深100米)柱状样与长江口现代沉积样有孔虫群特征比较表

样 品	每克样品中有孔虫平均 有孔虫个数	有孔虫平均 壳径(毫米)	有孔虫种数	浮游有孔虫占 全群个数%	沉积环境
东海C站1.8—2.1米层	13	0.17	37	53.9	三角洲
长江口三角洲前缘表层 (10130)	12	0.18	30	11.4	前 缘
东海C站3.1—3.4米层	4	0.15	16	81	三角洲
长江口主河床表层 (10105)	5	0.15	20	4.5	平 原

4. 滨岸沼泽相: 东海北部陆架外缘柱状样中多处发现泥炭层, 其中几乎不含动物化石, 应属于淡水沼泽沉积。如上述C站(水深100米)柱状样于埋深2.6米左右的泥炭层中, 发现有大量轮藻*Chara*的受精卵膜, 少量眼子菜*Potamogeton*的果核, 沟繁缕*Elatina*以及莎草科的种子等。这些都是淡水水生生物, 而种子、果核、受精卵膜都易

于破坏而难经搬运,它们能够反映当时当地的生物群面貌,从而证明这些泥炭层应属于淡水沼泽相沉积。在泥炭层中也有个别细小有孔虫化石发现,但已受风化而呈红或黄色,显然系异地埋葬分子,但也可能说明此淡水沼泽离海岸甚近。

5.陆相:济州岛西南的许多站位,常有不含任何海相化石的残留沉积。如现在水深65米的D站柱状样,表层以下约80厘米处见黄褐色硬质粘土,不显层理而有植物根系发育,微体化石只有陆相的刺盒虫*Centropyxis*(有壳变形虫)及盾形化石,似为晚更新世时的古地面;有些站位见有黄褐色细砂,除植物碎屑外不见任何化石,则可能是河床相的沉积。

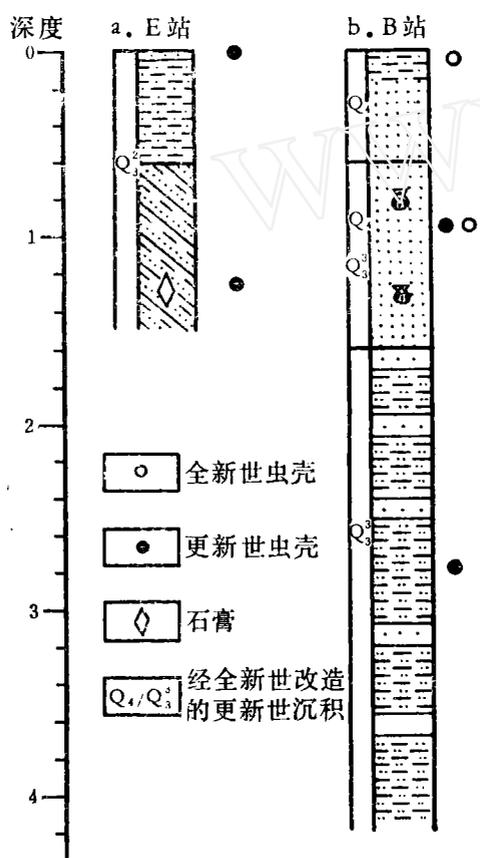


图6 东海两个残留沉积区柱状实例

a. E站(长江口外) b. B站(陆架外缘)

移去,至今仍为细粒沉积。因此,长江口外的残留沉积多系晚更新世海进时形成、晚更新世末低海面时又经改造的沉积物。

东海陆架外缘的B站,现水深130米,约4米长的柱状样可分三层(图6b):下部(1.6—4.1米)为粉砂,含暖水卷转虫,中华丽花介组合的微体化石,代表水深20米左右的近岸浅海沉积,海面较今低约110米,属晚更新世晚期*。本层含有冷水面晚

除成因上的差别外,残留沉积物的形成时代也不尽相同,长江口外残留沉积物的年龄,似比陆架外缘的残留沉积来得老些,现从两个层柱状样进行讨论。长江口外残留沉积区的E站,现水深约三十余米,约一米半的柱状样可分三层(图6a)下部为灰绿色泥质细砂,所含有孔虫群以优美花朵虫含量高为其特征,属浅海相,与上海一带晚更新世中期(Q₃²)川沙组海相层相似。上部为泥质细砂,顶部为灰褐色中细砂,砂粒磨圆度好,石英颗粒多被铁质染成红褐色,所含有孔虫以同现卷转虫、压扁卷转虫等大个体正常浅海属种为主,但有褐、白两色,属于长期暴露水面、遭受风化的产物。柱状样下部含自生硬石膏晶体,色白,常胶结大量砂粒或化石壳体。显然,本站是晚更新世中期形成的残留沉积。当时在海相条件下形成了含化石的沉积层,至晚更新世晚期随着海退而出露地表,遭受氧化,在表层产生红色的石英颗粒与褐红色有孔虫壳,而且大量泥质沉积及小个体化石被剥蚀

* C¹⁴同位素年龄据贵阳地球化学研究所测得为27050±1400年

颊虫,说明水温较今显著为冷。中部(0.6—1.6米)为贝壳砂,含强烈磨损的瓣鳃类、藤壶碎片和仿轮虫、五块虫等底栖有孔虫,属滨岸贝壳沉积,海面应较今低130米左右,系晚更新世末次冰期的产物*。上部(0—0.6米)泥质较多,富含科契箭头虫*BoLivina cochei Cushman et Adams*组合的有孔虫群和土棱介*Bairdia*等介形虫,保存良好,反映现代环境,属全新世海浸沉积**。可见,本站的残留沉积物形成于晚更新世晚期(Q₃³),由近岸浅海变为滨岸相,冰后期海进,海面上升130米,形成了表面的现代沉积薄层。

E、B两站的差别,反映了长江口外与陆架外缘两个残留沉积区的不同发育历史。陆架外缘在晚更新世末期(Q₃³)一度成为滨岸环境,形成了近岸浅海到河口相的沉积物;长江口外残留区在晚更新世末期可能是剥蚀区,一般不堆积陆相沉积,只是将晚更新世中期的海相沉积物及其所含化石风化磨损,并且冲刷而使之粗化。陆架外缘的沉积物暴露、风化的时间较短,因而明显残留壳的含量不高,冰后期遭受改造的程度却较深;长江口外残留区遭受长期风化,致使风化程度深、明显残留壳含量高。此外,长江口外残留沉积中常有自生石膏产出,推测应是晚更新世末期海退过程中与海隔绝,一度形成高盐度的沉积水所致;陆架外缘残留沉积中从未有石膏晶体发现。

三

下面进一步讨论残留沉积物的改造问题。

如前述,残留化石群的辨认主要是靠属种组合与现代环境不符,或者靠保存状况具有残留面貌。但以这些标准去衡量东海陆架表层的残留沉积物,几乎没有一个样品是只含残留化石的,它们总是或多或少含有符合现代沉积环境的新鲜壳体。这在陆架外缘表现得尤为明显。在这类残留沉积物中,既有代表滨岸环境的藤壶、暖水卷转虫等化石,又有只产于较深水域的圆形虫*Gyroidina*、缘缝虫*Hoeglundina*等底栖有孔虫和大量新鲜的浮游有孔虫壳。这种混合化石群的产生,是残留沉积在全新世海进条件下经过改造,现代有孔虫群与残留有孔虫群掺和的结果。既然现代有孔虫来自表面,因此在柱状样中必然产生化石群递变的现象;现代有孔虫在表层密集,向下逐渐减少;有孔虫总个数也必然在表层附近最高,向下递减。

东海陆架有不少柱状样显示出这种递减现象。这里仍然可以陆架外缘的A站为例(图7)。此站柱状样上部富含贝壳的砂层中,每克样品中有孔虫的个数由表层的一万三千余枚逐渐下降,到埋深一米处只有三、四百枚,二米处仅数十枚,二米以下数量再无明显变动。如果把这种混合化石群中代表过去环境的滨岸浅水种(如仿轮虫、暖水卷转虫、异地希望虫、优美花朵虫)与代表现代环境的较深水种(如科契箭头虫、具棱小盃虫*Gassidulina carinatasilvestri*、精美小上口虫*Epistominella exigua*)的个数分别统计,就可以发现,造成有孔虫数量减少的正是较深水种(图7B)而浅水种的个数

* C¹⁴同位素年龄据贵阳地球化学研究所测得为19690±1000年

** C¹⁴同位素年龄据贵阳地球化学研究所测得为7680±400年。

沿柱状样上下并无显著差别（图7C）。由此证明，表层样品中的有孔虫群，正是残留化石群加上现代有孔虫群相混而成，因而数量最多，但是能够混入的深度有限，所以有孔虫个数向下急剧减少。为核查这种规律性，我们又在陆架外缘水深110米F站每隔10厘米取一个样进行分析，所得有孔虫个数的曲线同样自上而下递减（图8），

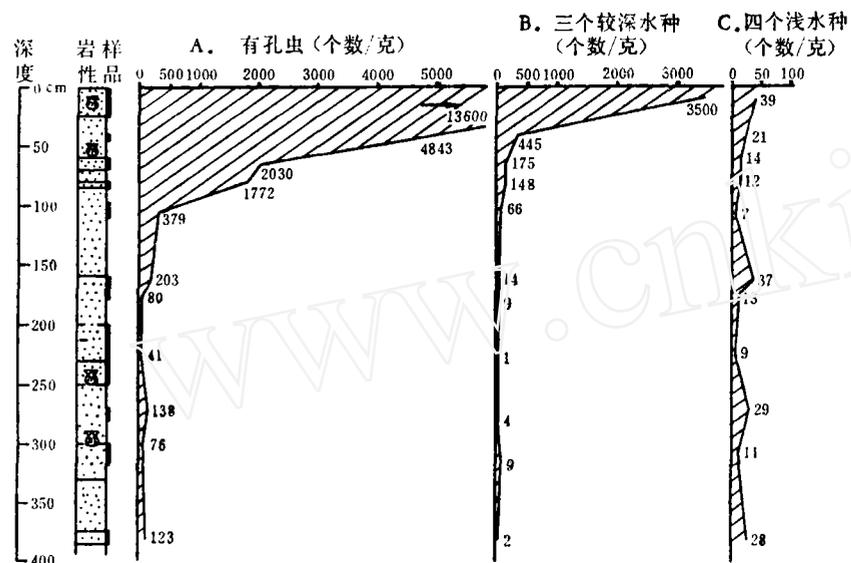


图7 东海陆架外缘A站（水深110米）柱状样有孔虫个数变化图

三个较深水种：科契箭头虫、具棱小蚕虫、精美小上口虫
四个浅水种：暖水卷转虫、异地希望虫、优美花朵虫、仿轮虫

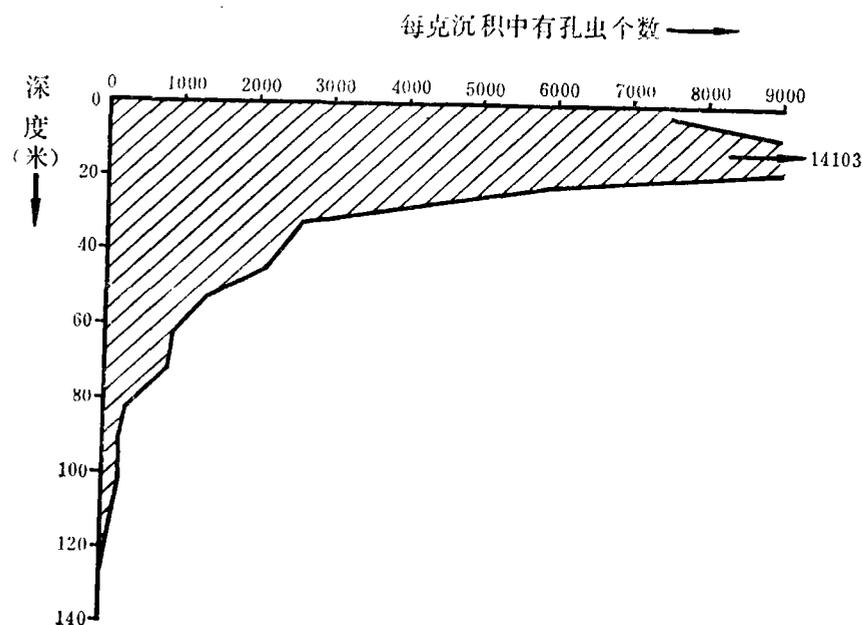


图8 东海陆架外缘F站（水深110米）变余沉积中有孔虫个数变化图

只是表层比10—15厘米的样品中个数反而减少,原因尚待查明。影响各层有孔虫个数的干扰因素很多,如贝壳的多少便是一项,但是自上而下减少的总趋势不变。残留沉积柱状剖面中有孔虫群的这种递变性质,不仅在东海陆架广泛出现,在世界各地陆架上也是普遍现象。Curry (1960)在研究墨西哥湾陆架全新世沉积时就曾指出:暴露在海面的低海面残留沉积物中,常有现代浮游有孔虫与低海面时的残留底栖有孔虫群相混,而混合有孔虫群在柱状样中出现的底界,在墨西哥湾西北部达到5英尺,因此说明这些残留砂至少有5英尺是在现代陆架环境下经过改造的⁽²⁾。

残留沉积物的垂向递变,也不仅限于微体化石,其它如粒度的分布也常呈现出递变性质。Swift等报道:美国维基尼亚州岸外全新世海进砂层的柱状样中,8英尺厚都是同一层砂,但在上部约半米以内,呈现出明显的粒度递变,越近表层细粒级的含量越高⁽⁹⁾。这种矿物颗粒的递变性,与微体化石的递变性,是同一个过程的两种反映:它们都是海进以后残留沉积遭受改造,新的细粒矿物和新的陆架生物壳体逐渐混入,在表层混入最多,向深处迅速减少。Stanley (1968)在研究大西洋陆架冰川成因的残留沉积时所指出的细粒物质与有孔虫等微体化石进入原为粗粒的残留沉积之中⁽⁸⁾即是这种混合作用。

这种改造过的残留沉积物还算是残留沉积?海洋地质界存在着不同的看法。不少人依然沿用残留沉积的名称;也有人提出既然残留沉积几乎无不经过改造,就应废弃“残留砂”这个名词;而Swift等(1971)则建议把在新的环境条件下经过改造的残留沉积,称之为“变余沉积”(Palimpsest sediment)⁽⁹⁾。

从东海的情况看,确实不存在完全未经改造的残留沉积,但改造的方向有两种:少部分站位由于受水流等作用,使原来残留沉积中的细物质(包括小个体化石)冲走,现代的无论是矿物还是壳体也不能沉积进来,这种改造作用并不增添现代环境的新物质,应当仍属残留沉积,如上述E站所见;大部分站位则有现代矿物和(或)壳体混入,造成新、老混合的情况故应称变余沉积,如上述B站所见。如此看来,东海的残留沉积区大部分已属变余沉积,残留沉积只是少数。

实际上,残留沉积物是环境改变以后,还没有来得及被新沉积覆盖的东西;而在覆盖之前残留沉积本身先经改造,这就是变余沉积。诚如Swift等所指出,由残留沉积到变余沉积再到现代沉积覆盖,这是更新世沉积物在冰后期海进条件下的演变规律。如果说沉积物在地面条件下遭受改造形成土壤剖面是化学作用的表现,那么沉积物在海底条件下经过改造而形成变余沉积、现代沉积的变化剖面,主要是物理作用的表现。残留沉积演变的三个阶段,在东海海底柱状样中均可看到,而上述E、A、B三站的柱状样,则可分别作为残留、变余与现代沉积的实例(图9)。E站表层是褐色残留壳体为主,属残留沉积;A站表层有新、老化石相混,代表变余沉积;B站表层所含均系新鲜分子,已属现代沉积。随着时间的推移,残留沉积早晚要被现代沉积所覆盖。

至于什么营力使得陆架外缘的残留沉积发生改造,甚至可达2米之深尚待进一步研究。在国外文献中,曾提出全新世海进过程中的改造、特大风浪对海底的作用、钻孔生物对沉积物的扰动等种种可能。对于东海来说,首先需要把沉积结构构造的分析

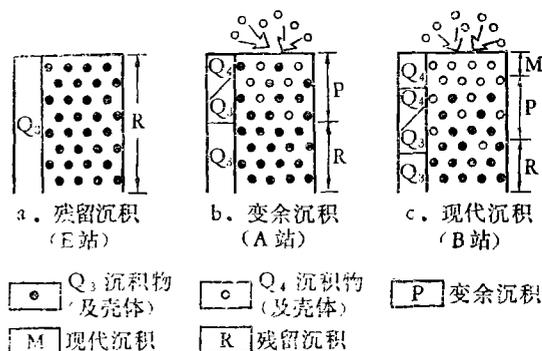


图9 残留、变余与现代沉积演变关系图

与微体古生物分析结合起来,选重点剖面连续采样,加密分析,才能对改造作用的机理作深入探讨。

四

残留沉积中微体化石群的研究,不仅对于今天陆架成因与历史的调查,而且对于较老地层也具有普遍意义。残留与改造,其实是地质历史上常见的现象。有不整合面,就有残留沉积;海进旋回开始时的“底砾岩”、“底砂岩”,其实也就是变余沉积。有人指出“海相砂岩”实际上往往是滨岸或河床砂岩在海进过程中受到改造,混入海相化石而成的^[4],这也就是一种变余沉积。此外,保存情况截然不同的微体化石群,在海相地层中并不罕见,其中一部分可能亦属变余沉积。通过现代沉积形成过程的调查研究,以探明老地层的沉积机理,正是海洋地质学不容推辞的责任。因此,通过各项手段的综合分析,查明陆架残留沉积→变余沉积→现代沉积的演化过程,是我们面临的任务之一。

参 考 文 献

- (1) Carter, Sedimentation on the continental terrace around new zealand, a review marine geology. 19(1975), 209—237.
- (2) Curray, J.R., Sediments and history of holocene transgression, continental shelf, northwest gulf of mexico, northwest gulf of mexico, 1960, 221—166.
- (3) Fmey, K.O., Relict sediments on continental shelves of the world. *Bull. AAPG*, 52(1968), 445—464.
- (4) Ludwick, J. C., Sediments in northeastern gulf of mexico, *Papers in marine Geology*, macmillan co., (1964), 204—238.
- (5) Murray, J.W., Distribution and ecology of living benthic foraminiferids, heinemann educational books, 1973, p.274.

- (6) Polski, W., Foraminifera biofacies off the north asiatic coast, *Jour. Paleontology*, 33 (1959), 4, 569—587.
- (7) Phleger, F.B., Sedimentary patterns of microfaunas in northwest gulf of Mexico, *Recent Sediments, Northwest Gulf of Mexico*, 1960, 267—302.
- (8) Stanley, D.J., Reworking of glacial sediments in the northwest arm, a fjord-like inlet on the southeast coast of Nova Scotia, *Jour. Sediment. Petrology*, 38 (1968), 1224—1241.
- (9) Swift et al., Relict sediments on continental shelves, a reconsideration *Journal of Geology*, 79 (1971), 322—346.

MICROPALAEONTOLOGIC CHARACTERISTICS OF RELICT SEDIMENTS OF THE EAST CHINA SEA

wang piexian, Min Qiubao, Bian Yunhua

(Tongji university)

and zhang Jijun

(Second Institute of Oceanography, National Bureau of Oceanography)

ABSTRACT

Up to now, in literature, the paleontologic characteristics of relict sediments concern mainly macrofossils. Micropaleontologic analysis of relict sediments in the East China Sea has revealed some distinctive features in their associated microfossils: 1. unusual state of preservation, 2. low content of tests, and 3. environmental conditions reflected by the faunal assemblage is different from those of the modern environment. According to microfauna, five types of formation of relict sediments may be recognized: 1. brackish-water nearshore area, 2. shell beach, 3. estuaries, 4. littoral marsh, and 5. continental environments.

As shown by the analysis of the East China Sea's core samples, remnant microfossils in relict sediments are mixed with recent tests and the number of recent tests is gradually decreasing downward in cores. It has provided a new evidence for the dynamic nature of the relict sediments and indicated that all the relict sediments in the East China sea have undergone modifications in varying degrees in response to the present environments. Two directions of modification have led to two types of sediments: removal of fine grains resulted in "relict" sediments, introduction of material from outside resulted in "palimpsest" sediments. Using the micropaleontologic criteria, the relict, palimpsest and modern sediments may be differentiated.