

渤海晚冰期以来环境变化的化石介形类证据

吉磊¹⁾ 黄宝仁²⁾ 项亮¹⁾ 杨世蓉²⁾

1) 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008

2) 中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008

内 容 提 要

对渤海中央盆地 B92-3 孔(芯长 420cm)、B92-1 孔(芯长 420cm)以及莱州湾 B92-2 孔(芯长 330cm)柱状样进行了介形类属种、丰度和分异度分析,并将 B92-3 孔和 B92-1 孔的介形类划分出 6 个组合带。根据渤、黄海地区不同沉积环境中现代介形类的分布,将剖面中的介形类分成滨岸-河口区的 *Sinocytheridea* 组合和近岸区的 *Munseyella* 组合。按照地层 ¹⁴C 年代以及剖面中 *Sinocytheridea* 组合分子和 *Munseyella* 组合分子的相对丰度变化,讨论了渤海晚冰期后期以来的古环境演化历史:晚冰期为河流、湖沼环境;大约 10 000a B. P. 开始海侵,早全新世属滨岸-河口沉积;8 700a B. P. 前后开始水深加大,盐度提高;2 400a BP 以后水深逐渐降低。

关键词 介形类 渤海 环境变迁 晚冰期 全新世

一、前 言

渤海是我国北方半封闭型的边缘海,新生代以来经历了因地质作用、气候变化和海面变化引起的剧烈环境变迁。因此渤海的海洋沉积物记录了各个地质时期气候和环境的演变过程。近年来,古全球变化研究特别强调对冰期-间冰期旋回的气候变化规律和机制的探讨,地球大气-海洋-生物间的相互作用已成为全球变化的重点研究内容之一。虽然大洋体系研究对于重建过去的洋流、水团运动及海-气相互作用起着关键的作用,但由于深海沉积的分辨率较低,所以沉积速率较高的边缘海陆架沉积则成为可以用于恢复晚第四纪特别是末次冰期及冰后期环境变化的有效工具(Hald *et al.*, 1987; Nordberg *et al.*, 1988; Nordberg, 1991; Seidenkrantz *et al.*, 1993)。

介形类是海洋微体古生物群中最重要的生物门类之一,在海洋地质学领域中研究历史悠久。我国东部边缘海区如渤海和黄海表层沉积物的介形类分布已有大量分析资料,并已总结了介形类组合的平面分布规律(汪品先等, 1980a, 1980b; 黄宝仁, 1985; 赵泉鸿, 1985; 赵泉鸿等, 1988, 1990; 刘敏厚等, 1987)。这为渤海晚第四纪介形类生物地层学及古环境分析提供了良好的研究基础。

本文以渤海中央盆地的两个柱状样和莱州湾的一个柱状样为研究材料,对剖面中的化石介形类进行了鉴定和统计,划分了介形类组合,并根据我国边缘海现代介形类生态环境的

• 中国科学院“八五”重点科研项目(Z044)。

已有研究资料,结合¹⁴C 年代地层数据,对渤海晚冰期以来的环境变化进行了分析。

二、采样和分析方法

柱状样由中国科学院海洋研究所金星 2 号海洋调查船于 1991 年 7 月采用定向取样器获取(表 I,插图 1)。样品按 5cm 的厚度分取,B92-3 孔 110cm 以上、92-1 孔 100cm 以上连续取样,其余样品间的间隔为 10cm,共分析样品 136 个。介形类化石处理采用筛洗法,取沉积物样品 20g,经 61μm 孔径的网筛筛洗和人工挑样后进行化石鉴定和统计,其结果计算出各个样品化石的丰度、相对丰度、种数和复合分异度。丰度为单位重量干沉积物中所含介形类壳瓣的数目,单位是瓣/10g(干样)。相对丰度即为各属种的百分含量。种数(S)即简单分异度,是一个样品中种的总数。复合分异度以信息函数[H(S)]表示。

为了建立年代地层序列,对柱样中的 4 个样品进行了¹⁴C 年代测定。其中 2 个泥炭样品由中国科学院南京地理与湖泊研究所碳-14 实验室分析,选择样品中有机组分进行测试,样品经 Li 法合成苯,经 Wallac Quantulus 1220 型低本底液体闪烁谱仪测定。2 个有孔虫样品采用加速器质谱(AMS)方法测定,由北京大学加速器质谱实验室和第四纪年代测定实验室分析完成。

表 I 柱状样位置、深度和岩芯长度
The core location, water depth and core length

钻孔号	经度	纬度	岩芯长(cm)	水深(m)	海区
B92-3	38°24'53"E	119°28'13"N	420	27	中央盆地
B92-1	38°23'00"E	119°37'00"N	420	27	中央盆地
B92-2	37°25'21"E	119°15'21"N	330	10	莱州湾

三、结 果

上述 136 个样品中共发现介形类 23 属 31 种(包括未定种)(表 I)。

表 I 渤海柱状样中的介形类属种
Ostracode taxa in the cores of the Bohai Sea

A. 淡水种		
<i>Candona</i> sp.	<i>C.</i> sp.	<i>Ilyocypris</i> sp.
<i>Candoniella albicans</i> (Brady), 1824	<i>Darwinula</i> sp.	<i>Limnocythere</i> sp.
<i>C. suzini</i> Scheider, 1956		
B. 海水种		
<i>Albileberis sinensis</i> Hou, 1982	<i>Leguminocythereis hodgii</i> (Brady), 1866	<i>Neosinocythere reticulata</i> (Chen), 1982
<i>Alocopocythere kendgensis</i> (Kingma), 1948	<i>L. reticulata</i> Ho, 1982	
	<i>Lobosocytheroan alatum</i> (Sars), 1865	<i>Paracarinocythereis dorsinoda</i> (Chen), 1982
<i>A. cribriformis</i> (Brady), 1866	<i>Loxoconcha hemicrenulata</i> Ho, 1982	
<i>A. goujoni</i> (Brady), 1868	<i>Metacytheroan elliptica</i> Ho, 1982	<i>Paracypris</i> sp.
<i>Aurila miii</i> Ishizaki, 1968	<i>Munseyella japonica</i> (Hanai), 1957	<i>Parakrithella</i> sp.
<i>Callistocythere</i> sp.	<i>Neomonoceratina dongtaiensis</i> Yang et Chen, 1982	<i>Sinocytheridea latiovata</i> Hou et Chen, 1982
<i>Cushmanidea subjaponica</i> Hanai, 1959		
<i>Hemicytherura subcellulosiformis</i> Ho, Hou et Shi, 1982	<i>N. triangularata</i> Chen, 1982	<i>Tanella</i> sp.
		<i>Trachyleberis scabrocuneata</i> (Brady), 1880

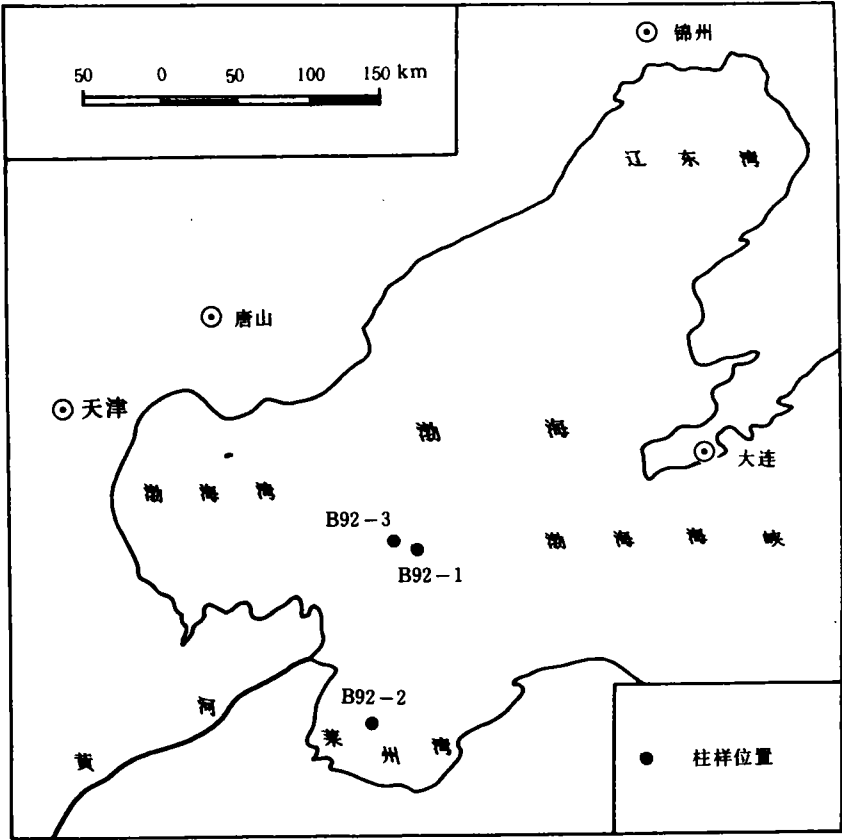


插图 1 渤海及柱状样位置
Map showing core location and the Bohai Sea

1. B92-3 孔

B92-3 孔岩性变化较大,10—291cm 以灰、黄灰色粘土质粉砂为主(顶部 10cm 因钻孔技术原因而缺失),291—319cm 为泥炭,319—351cm 为夹薄层泥炭的粉砂质粘土,顶部出现侵蚀面,351—420cm 是灰色细砂、粉砂(插图 2)。该孔 290cm 以上介形类丰度较高,以 *Sinocytheridea latiovata*, *Leguminocythereis hodgii*, *Munseyella japonica* 为主的海相介形类组合,290cm 以下介形类丰度很低,以淡水类型 *Ilyocypris*, *Candoniella*, *Candona* 和 *Darwinula* 等占优势。根据剖面中介形类各属种的相对丰度变化可以划分出 6 个化石组合带(插图 2),自下而上依次是:

带 I (420—360cm) 介形类丰度极低,每个样品基本上均低于 1 瓣/10g。零星发现的海相介形类有 *Sinocytheridea latiovata*, *Leguminocythereis hodgii*, *Munseyella japonica*, *Alocopocythere kendengensis* 和 *Lobosocytheropteron alatum* 等。

带 II (360—300cm) 介形类化石仍然稀少,丰度最高者仅为 2 瓣/10g。主要由淡水介形类组成,如 *Ilyocypris* sp., *Candoniella albicans*, *Candona* sp., *Darwinula* sp., 和 *Limnocythere* sp. 等;几乎未发现海相介形类,仅见有少量 *Paracypris* sp.。

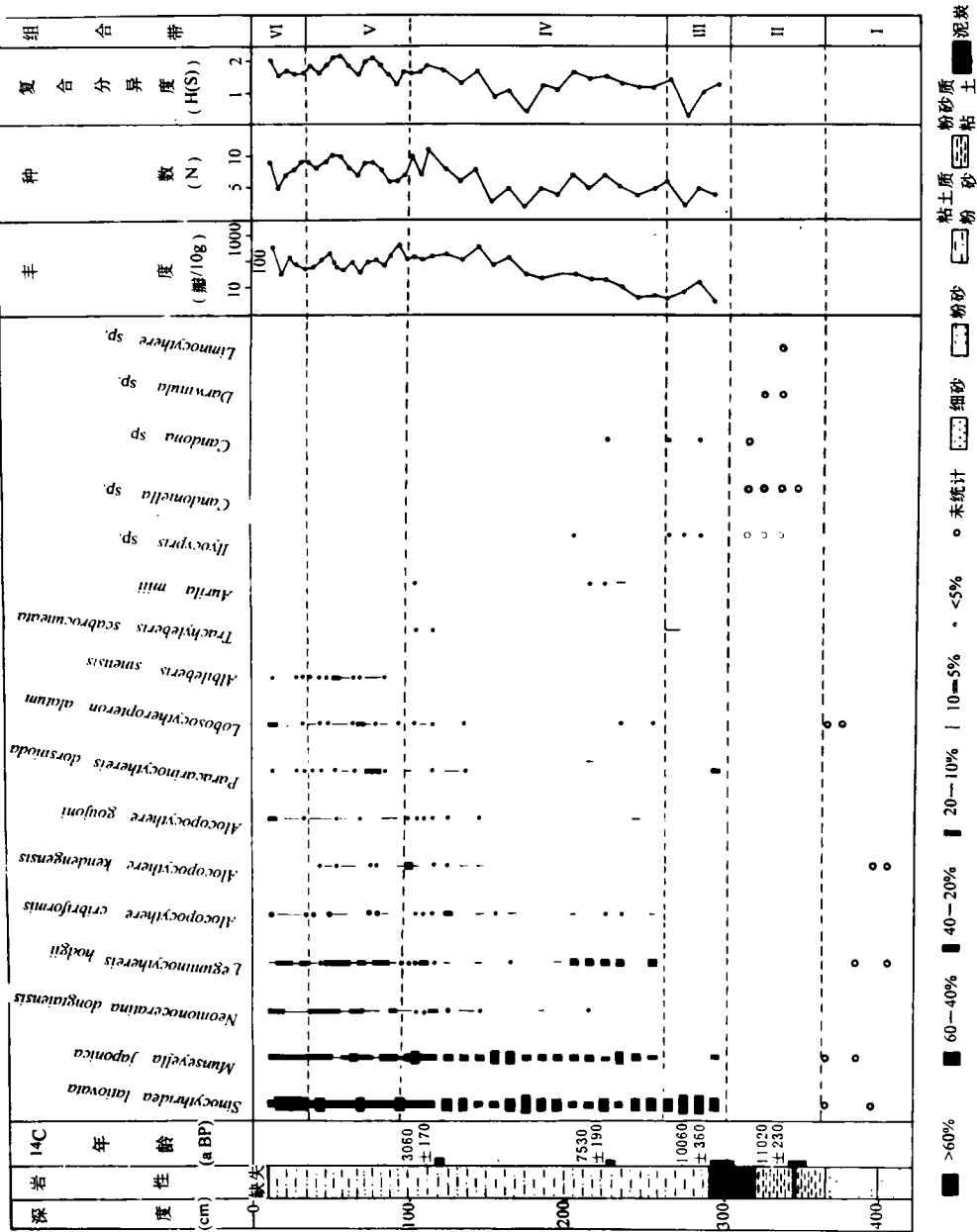


插图 2 B92-3 孔介形类属种、丰度、分异度和组合带
Ostracode species, abundance, diversity and assemblage zone

带Ⅲ(300—260cm) 化石丰度较低,通常低于10瓣/10g。种数和复合分异度均较低,平均值分别是5.3和1.00。主要的类型是 *Sinocytheridea latiovata*,少量 *Munseyella japonica*, *Paracarinocythere dorsinoda* 和 *Aurila miii*,见少量淡水类型 *Ilyocypris* 和 *Candona*。

带Ⅳ(260—95cm) 介形类丰度明显增加,平均值为84.2瓣/10g。种数和复合分异度较带Ⅲ有所提高,平均值分别是6.1和1.31。占优势的属种是 *Sinocytheridea latiovata* 和 *Munseyella japonica*,其次含少量 *Leguminocythereis hodgii*, *Neomonoceratina dongtaiensis*, *Alocopocythere cribriformis* 和 *A. kendengensis* 等。此外还见有零星淡水介形类,如 *Ilyocypris* 等。

带Ⅴ(95—35cm) 介形类丰度较高,平均值达113.2瓣/10g。化石属种也较丰富,种数和复合分异度平均值分别达到8.3和1.71。该带全部由海相介形类组成,主要的有 *Sinocytheridea latiovata*, *Munseyella japonica*, *Leguminocythereis hodgii*, *Neomonoceratina dongtaiensis*, 还有少量的 *Paracarinocythereis dorsinoda*, *Albileberis sinensis*, *Lobosocytheropteron alatum*, *Alocopocythere goujoni* 和 *A. cribriformis* 等。

带Ⅵ(35—10cm) 介形类丰度仍较高,平均值为115.6瓣/10g。种数和复合分异度平均值分别是7.6和1.65。化石组合与带Ⅴ相似,但 *Sinocytheridea latiovata* 相对丰度较高。

2. B92-1 孔

B92-1 孔岩性较单一,0—52cm 为灰色粉砂质粘土,52cm 以下是灰、灰黄色粘土质粉砂(插图3)。该剖面的化石面貌与 B92-3 孔剖面的上部极为相似,优势种是 *Sinocytheridea latiovata* 和 *Munseyella japonica*,少量 *Leguminocythereis hodgii* 和 *Neomonoceratina dongtaiensis* 等,但仅含零星的淡水介形类。因此该剖面的化石组合带划分可以完全参照 B92-3 孔的分带。据此将 B92-1 孔划分为与 B92-3 孔对应的3个组合带(插图3),其中最上部的带Ⅵ在 B92-3 孔剖面中不明显,可能与 B92-3 孔顶部地层缺失有关。

带Ⅳ(420—180cm) 介形类丰度平均85.3瓣/10g,位于剖面中较高层段,而且320—210cm 化石丰度最高。种数和分异度由下向上呈提高趋势,平均值分别是5.1和1.01。优势种是 *Sinocytheridea latiovata*,其次是 *Munseyella japonica*。其他如 *Leguminocythereis hodgii*, *Neomonoceratina dongtaiensis*, *Alocopocythere kendengensis*, *A. cribriformis*, *A. goujoni* 和 *Paracarinocythere dorsinoda* 的相对丰度较低。

带Ⅴ(180—45cm) 介形类丰度略有降低,平均值42.9瓣/10g。但种数和分异度均较高,分别为7.3和1.42。化石组合仍以 *Sinocytheridea latiovata* 为主, *Munseyella japonica*, *Leguminocythereis hodgii*, *Neomonoceratina dongtaiensis* 次之,且三者相对丰度相差不大。其他相对丰度较低的种还有 *Alocopocythere kendengensis*, *A. cribriformis*, *A. goujoni*, *Paracarinocythereis dorsinoda*, *Albileberis sinensis* 和 *Lobosocytheropteron alatum* 等。

带Ⅵ(45—0cm) 介形类丰度与带Ⅴ相近,为68.5瓣/10g。种数和分异度略有降低,分别是6.9和0.50。优势种是 *Sinocytheridea latiovata* 相对丰度为63.8%。其他属种如 *Munseyella japonica*, *Leguminocythereis hodgii*, *Neomonoceratina dongtaiensis*, *Alocopocythere cribriformis*, *A. goujoni* 相对丰度均较低,一般<10%。其他还零星出现 *Paracarinocythereis dorsinoda*, *Albileberis sinensis* 和 *Lobosocytheropteron alatum* 等。

3. B92-2 孔

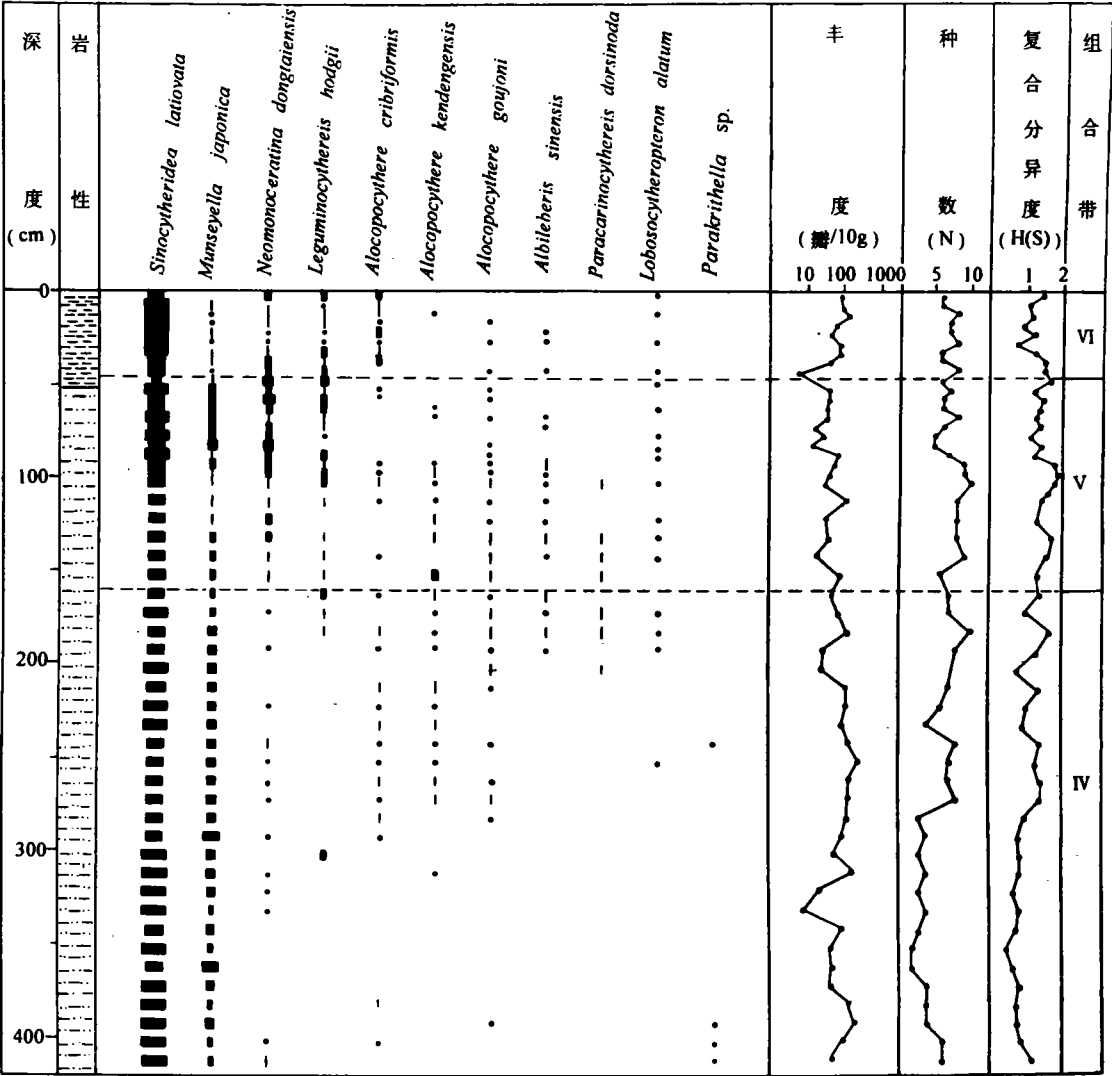


插图 3 B92-1 孔介形类属种、丰度、分异度和组合带
Ostracode species, abundance and diversity and assemblage zone

该孔 0—47cm 为深灰色粘土质粉砂, 47—104cm 为灰色粉砂, 104—318cm 以灰色粘土质砂为主。剖面中介形类化石面貌与上述两孔介形类有较明显的差异, 虽然 B92-2 孔仍以 *Sinocytheridea latiovata* 为主, 含有一定量的 *Neomonoceratina dongtaiensis* 和 *Leguminocythereis hodgii*, 但不含上述两孔常见的 *Munseyella japonica*, 而大量出现由上述两孔未见的 *Loxoconcha hemicremulata*。在剖面垂向上, B92-2 的介形类组合分带不明显。此外介形类种数和复合分异度在垂向上变化较小。

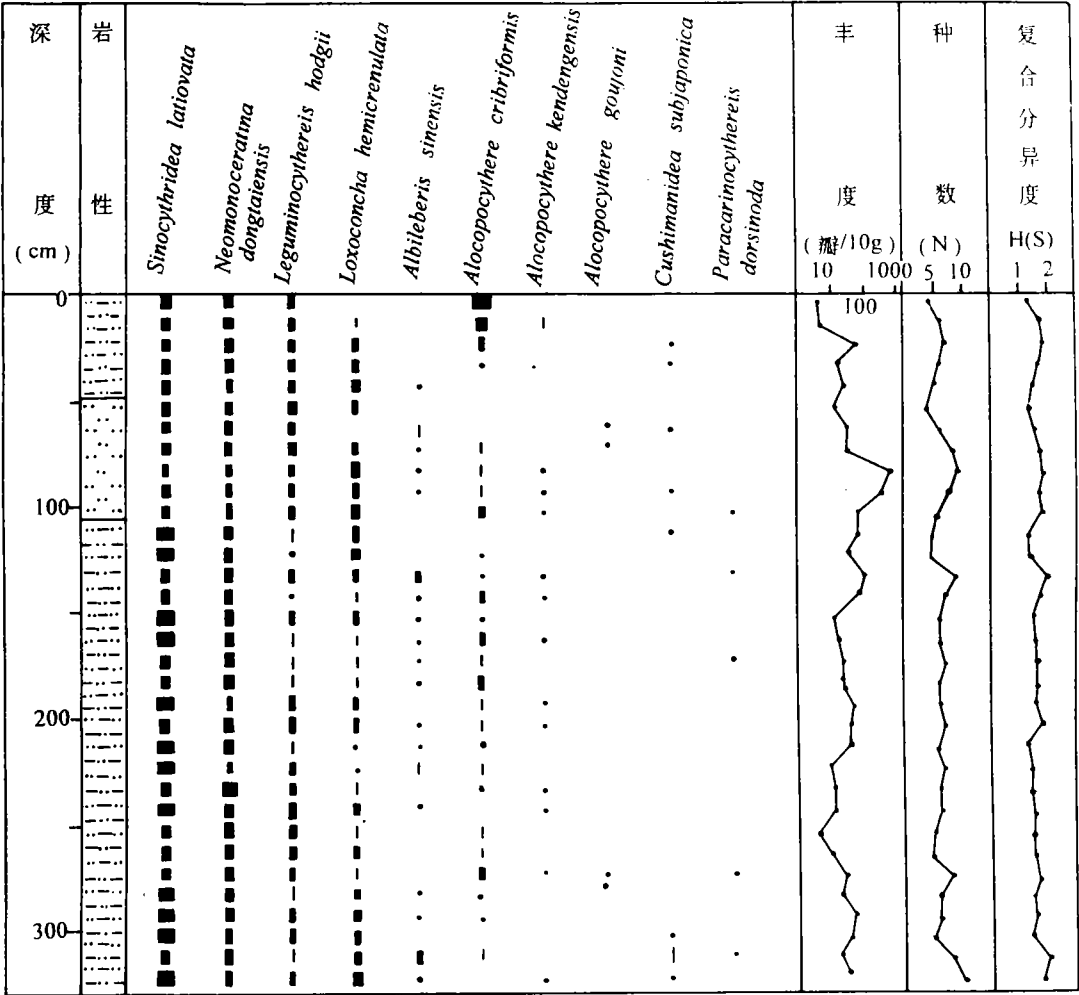


插图 4 B92-2 孔介形类属种、丰度和分异度
Ostracode species, abundance and diversity

四、讨 论

1. 地层年代

B92-3 孔的 4 个样品的¹⁴C 年代测试结果如表Ⅲ所示。该孔在 290—319cm 处出现一层厚约 30cm 的泥炭层。这层泥炭层在渤海底部浅地层中广泛发育,属晚更新世晚期陆地低洼地区的沼泽沉积,经全新世海侵后海洋沉积物覆盖其上而成,被认为是更新世与全新世的界面(中国科学院海洋研究所海洋地质研究室,1982)。B92-3 孔柱样中泥炭层上部的¹⁴C 年代(10 060±360a)也证明了这一点。因此我们可以将 291—319cm 的泥炭作为全新世的底界。如按上述两个泥炭样品间的平均沉积速率计,推测 B92-3 孔柱样底部 420cm 处沉积年代约在 12 500a.B. P. ,柱样中的介形类组合反映晚冰期后期以来沉积环境的变化。

表Ⅲ B92-3 孔样品 ¹⁴C 年代
¹⁴C ages of the samples in Core B92-3

样 品	深 度 (cm)	材 料	方 法	¹⁴ C 年龄 (a B. P.)
B3FA-1	120-125	有孔虫	AMS 法	3 060 ± 170
B3FA-2	225-230	有孔虫	AMS 法	7 530 ± 190
B3C-1	291-305	泥炭	液闪法	10 060 ± 360
B3C-2	340-350	泥炭	液闪法	11 020 ± 230

B92-1 孔岩芯虽与 B92-3 孔的一样,都是 420cm,但前者底部未见到泥炭层。然而两孔的介形类组合带可以大致对比(插图 2,3)。这两孔的地层对比关系,除介形类组合外,从有孔虫和孢粉组合都得到了相似的结论。但是,由于 B92-2 孔剖面中介形类面貌上下相差不大,而且该孔与其他两孔的化石组合难以进行对比,所以该孔的地层年代还有待更多的资料作进一步研究。

2. 影响介形类组合变化的因素

对于研究区钻孔而言,影响介形类组合的首要因素是水介质的盐度和海水的深度。B92-3 孔的组合带Ⅱ(360—300cm)发育了一套淡水介形类组合,即 *Ilyocypris*, *Candoniella*, *Candona*, *Darwinula* 和 *Limnocythere*, 而且未见海相种,显然这些淡水介形类是在末次冰期海面下降、海底出露时期在湖沼环境中产生的。

在完全海洋环境中,水深因素则成为影响介形类属种变化的主要因素(盐度亦随水深而变化)。汪品先等对南黄海底质中介形类分布规律的研究表明,介形类组合的平面分带明显受水深所控制,在滨岸—河口区(水深 0—20m)为 *Sinocytheridea* 组合,近岸区(水深 20—50m)为 *Munseyella* 组合,远岸区(> 50m)属 *Krithe* 组合(汪品先等,1980a;汪品先等,1980b)。赵泉鸿等(1990)进而将中国近岸浅海区的现代介形类划分为 5 个组合区,与上述 3 个组合相对应,分别称之为广温广盐组合、广温狭盐组合以及冷水团组合。在研究区 3 个钻孔柱状样的介形类中,属于 *Sinocytheridea* 组合的分子有 *Sinocytheridea latiovata*, *Neomonoceratina dongtaiensis*, *Leguminocythereis hodgii*, *Albileberis sinensis* 等;属于 *Munseyella* 组合的有 *Munseyella japonica*, *Alocopocythere kendengensis*, *Cushmanidea subjaponica*, *Trachyleberis scabrocuneata*, *Aurila miii* 等;未见到属于 *Krithe* 组合的分子。

水深因素除控制介形类属种的平面分布外,对其丰度、种数和复合分异度都有直接的影响。根据林和茂等(1986,1988)的调查,在渤海胶州湾和莱州湾,一般情况下随水深增加,表层沉积物中介形类的丰度、种数和复合分异度都相应地随之提高。赵泉鸿等(1988)对中国浅海区表层沉积中介形类分布的研究也表明,介形类种数和丰度从河口滨岸到陆架外有随水深变大而增加的趋势。

3. 渤海古环境演化

根据我国边缘海区特别是渤海和南黄海表层沉积物介形类属种的分布,按照不同沉积环境中介形类组合面貌,可以对上述柱状样剖面的环境演化过程作一讨论。B92-2 孔的介形类组合即 *Sinocytheridea latiovata*, *Neomonoceratina dongtaiensis*, *Leguminocythereis hodgii*, *Loxoconcha hemicremulata* 和 *Alocopocythere cribriformis* 为广温广盐组合,按照现代海洋介

形类的分布,整个剖面中的介形类均属于河口滨岸组合,而且剖面自下而上没有显著变化。这说明地处莱州湾的 B92-2 孔从岩芯底界开始一直处于滨岸、河口沉积区,水深始终较浅。

位于渤海中央盆地的 B92-3 孔和 B92-1 孔的介形类在剖面垂向上变化较大,按上述地层的¹⁴C 年代,可以反映晚冰期以来渤海的古环境和古地理演化。

带 I 和带 II 的地层年代大致相当于晚冰期后期,为末次冰期陆相沉积。带 I 的年代大致相当于 12 500—11 300a B. P.,化石丰度极低,仅见零星的海水种,岩性为灰色细砂、粉砂沉积,沉积构造显示一个正韵律层,粒度向上变细,颜色向上变深,反映小型的河流水道沉积。零星的海相介形类(包括一些有孔虫)为异地化石,可能为潮水带入。带 II (11 300—10 000a B. P.)由于完全发育淡水介形类组合,岩性为泥炭、灰色粘土夹薄层泥炭,因此代表了河道间的洼地环境。在晚更新世晚期,渤海海底完全出露。现在研究资料已证明,末次盛冰期东海的海面最多可降低 130—150m(注品先,1990)。

全新世以来,即从带 III 至带 VI 均为海洋环境。根据剖面 *Sinocytheridea* 组合(河口—滨岸区组合)分子以及 *Munseyella* 组合(近岸区组合)分子的相对丰度变化,可以反映水深和盐度的波动。

带 III (10 000—8 700a B. P.)形成于早全新世,*Sinocytheridea* 组合分子占绝对优势,*Munseyella* 组合分子丰度很低。见少量淡水种,可能是河流搬运而来的异地埋藏群。此外介形类的丰度、种数和复合分异度都较低,因此带 III 代表了河口—滨岸环境,说明海侵大约在 10 000a B. P. 已开始,但海水较浅,盐度较低。目前对渤海沿岸地区海侵时期的研究表明,11 000—10 000a B. P. 海面低于现今 10—13m,9 000—8 500a B. P. 海面上升至现代高度(韩有松,1990)。

带 IV 虽然 *Munseyella* 组合分子相对丰度明显上升,B92-1 孔中已达 31.0%,相应地 *Sinocytheridea* 组合分子相对丰度下降至 67.0%。介形类丰度、种数和复合分异度都有所提高,反映海水加深、盐度正常。按地层¹⁴C 年代,带 IV 地层年代约为 8 700—2 400a B. P.,大致相当于全新世温暖期。这一阶段是全球性海面上升时期,在环渤海西岸地区,6 500—6 000a B. P. 时期曾出现最高海面与最大海侵范围,高海面可达现在的天津市西侧(施雅风等,1992)。华北沿海地区的地质记录表明,中全新世古海面高出现代约 1—3m(韩有松等,1992)。

带 V 的形成年代大约是 2 400—900a B. P.。该带中介形类面貌总体上与带 IV 相近,介形类丰度、种数和复合分异度亦较高,但与后者相比,带 V 中 *Sinocytheridea* 组合分子相对丰度略有上升,B92-1 孔为 75.5%;*Munseyella* 组合分子相对丰度略有下降,为 19.9%。这说明水深较前一阶段有所降低,但细看插图 2 和插图 3,带 V 中 *Sinocytheridea* 组合分子和 *Munseyella* 组合分子的相对丰度有次一级的波动,可以推测,在 2 000—1 500a B. P. 存在一较高海面时期。

带 VI 的地层年代约为 9 000a B. P.。*Sinocytheridea* 组合分子相对丰度明显上升,在 B92-1 孔为 84.3%;*Munseyella* 组合分子相对丰度已分别降至为 13.9%。介形类组合反映海水较前期又有所下降。

当然,由于浅海地区介形类组合受多种环境因素诸如水深、盐度、底质以及各种水团性质的控制,因此根据现代浅海介形类的分布来推测渤海古环境演化有一定的局限性,特别是

利用现代黄海、东海介形类与深度的关系是难以直接用于渤海古水深重建的。此外,介形类丰度、种数和复合分异度与环境因素之间的关系,虽然也表现出与水深、盐度有一定的依赖关系,但其变化规律也较为复杂,丰度可能受沉积物粒度和沉积速度因素的影响较明显。目前对介形类的研究尚只能定性地反映渤海的古深度和古盐度,而定量地恢复古环境要素则需要对渤海和黄海现代介形类及其生态环境作出大量而细致的研究。

五、结 论

1). 渤海 B92-3 孔和 B92-1 孔柱状样剖面中的介形类划分出 6 个组合带:带 I 和带 II 为晚冰期的陆相沉积,以淡水介形类为主;带 III—带 IV 主要为滨岸、河口、近岸区的常见类型,根据 *Sinocytheridea* 组合分子和 *Munseyella* 组合分子的相对丰度,可以推测渤海水深和盐度的变化。

2). 莱州湾的 B92-2 孔岩芯剖面中介形类组合面貌与 B92-3 孔、B92-1 孔的有一定差异,前者基本不含 *Munseyella* 组合分子。因此推测该剖面一直保持了滨岸、河口沉积环境。

3). 渤海柱状样中介形类组合反映了海水深度变化,即晚更新世晚期海底出露,10 000a B. P. 开始发生海侵,8 700—2 400a B. P. 海水最深,此后水深降低,这与古海面变化研究的现有结论是一致的。

参加本项目研究的还有中国科学院海洋研究所孙维敏、张宏才,华东师范大学地理系陈振楼等;中国科学院南京地理与湖泊研究所王苏民教授对课题研究予以指导。在此谨表谢意。

参 考 文 献

- 中国科学院海洋研究所海洋地质研究室,1985: 渤海地质。科学出版社。
- 刘敏厚、吴世迎、王永吉,1987: 黄海晚第四纪沉积。海洋出版社。
- 汪品先,1990: 冰期时的中国海——研究现状与问题。第四纪研究,(2):111—124。
- 汪品先、闵秋宝、卞云华,1980a: 南黄海西北部底质中有孔虫、介形虫分布规律及其地质意义。见:汪品先等,海洋微体古生物论文集,61—83 页。海洋出版社。
- 汪品先、闵秋宝、高建西,1980b: 黄海有孔虫、介形虫组合的初步研究。见:汪品先等,海洋微体古生物论文集,84—100 页。海洋出版社。
- 林和茂、朱雄华,1986: 胶州湾东北角小海湾底质中有孔虫和介形类的研究。海洋地质与第四纪地质,6(3):67—77。
- 林和茂、朱雄华,1988: 莱州湾东部表层沉积物中有孔虫、介形类组合。见:中国地质科学院地层古生物论文集编委会,地层古生物论文集,85—97 页。地质出版社。
- 赵泉鸿,1985: 东海、黄海岸带现代介形虫的数量和属种分布。海洋与湖沼,19(6):553—561。
- 赵泉鸿、汪品先,1990: 中国浅海现代介形虫的动物地理分区。海洋与湖沼,21(5):458—464。
- 施雅风、孔昭宸、王苏民、唐领余、王富葆、姚檀栋、赵希涛、张丕远、施少华,1992: 中国全新世大暖期气候与环境的基本特征。见:施雅风(主编),中国全新世大暖期气候与环境。1—18 页。海洋出版社。
- 黄宝仁,1985: 渤海北部海底表层以下沉积物柱状样品中的介形类。黄渤海海洋,3(4):42—53。
- 韩有松,1990: 渤海沿岸全新世初期的海侵时间与海面高度。见:施雅风、王明星、张丕远、赵希涛(主编),中国气候与海面变化研究进展(一),55—56 页。海洋出版社。

- 韩有松、孟广兰、王少青、庄振业、许卫东、徐家声,1992: 华北沿海中全新世高温期与高海面。见:施雅风(主编),中国全新世大暖期气候与环境,121—130页。海洋出版社。
- Hald, M. and Vorren, T. O., 1987: Foraminiferal stratigraphy and environment of Late Weichselian deposits on the continental shelf off Troms, northern Norway. *Mar. Micropaleontol.*, **12**:129—160.
- Nordberg, K. and Bergsten, H., 1988: Biostratigraphic evidence of hydrographic changes in the Kattegat during the later part of the Holocene. *Mar. Geol.*, **83**:135—158.
- Nordberg, K., 1991: Oceanography in the Kattegat and Skagerrak over the past 8000 years. *Paleoceanography*, **6**(4): 461—484.
- Seidenkrantz, M., S., Knudsen, K. L., 1993: Middle Weichselian to Holocene palaeoecology in the eastern Kattegat, Scandinavia; foraminifera, ostracods and ^{14}C measurements. *Boreas*, **22**:299—319.

[1995年1月16日收到]

EVIDENCE OF FOSSIL OSTRACODES FOR ENVIRONMENTAL CHANGES OF BOHAI SEA SINCE LATE GLACIAL PERIOD

Ji Lei¹⁾, Huang Bao-ren²⁾, Xiang Liang¹⁾ and Yang Shi-rong²⁾

1) *Nanjing Institute of Geography and Limnology, Academia Sinica, Nanjing 210008*

2) *Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica, Nanjing 210008*

Key words ostracode, Bohai Sea, environmental change, Late Glacial Period, Holocene

Summary

Species, abundance and diversity of ostracodes from 3 cores in the Bohai Sea were analyzed; among them, Core B92-3 (420cm in length) and Core B92-1 (420cm) were obtained from the Central Basin and Core B92-2 (330cm) from the Laizhou Bay. Based on the relative abundance of ostracode species, 6 assemblages were recognized in the profiles of Core B92-3 and Core B92-1.

Zone I (420—360cm of Core B92-3): Only a few marine ostracodes were found.

Zone II (360—300cm of Core B92-3): Less freshwater ostracodes are present, such as *Ilyocypris*, *Candoniella*, *Candona*, etc.

Zone III—VI (300—10cm of Core B92-3): Abundant marine ostracodes including *Sinocytheridea latiovata*, *Munseyella japonica*, *Neomonceratina dongtaiensis*, *Leguminocythereis hodgii*, *Lobosocytheropteron alatum*, etc.

Studies on the modern ostracode distributions in the South Yellow Sea and the Bohai Sea show that 3 ostracode assemblage zones may be distinguished in the shallow sea: (1) *Sinocytheridea* Assemblage Zone of river mouth-coastal area (<20m); (2) *Munseyella* As-

semblage Zone of nearshore area (20—50m); (3) *Krithe* Assemblage Zone of neritic area (>50m). In the study cores, *Sinocytheridea* Assemblage species include *Sinocytheridea lativata*, *Nemonoceratina dongtaiensis*, *Leguminocythere hodgii*, *Albileberis sinensis*; *Munseyella* Assemblage species include *Munseyella japonica*, *Alocopocythere kendenggensis*, *Cushmanidea subjaponica*, *Trachyleberis scabrocuneata*, *Aurila miii* etc; but no *Krithe* Assemblage species were discovered. According to the relative abundance of species in both assemblage zones, the water depth and salinity of the Holocene Bohai Sea can be inferred from Zones III—VI of Core B92-3 and B92-1.

The ostracode assemblage, lithological character and radiocarbon ages have reflected several environmental evolutionary stages in the Bohai Sea since the Late Glacial Period; River course and inter-course swamp environments occurred in the Late Glacial Period; transgression took place at about 10 000a B. P., while river-mouth and littoral deposits were formed during the early Holocene; sea-water depth and salinity increased from around 8 700a B. P. while sea-water dropped gradually since 2 400a B. P. The conclusion from ostracode analysis is consistent with the present researches on the past sea-level changes in the Bohai Sea.

As compared with Cores B92-3 and B92-1, Core B92-2 is in lack of *Munseyella* Assemblage species. This means that Core B92-2 maintained the river-mouth and coastal environments in the whole profile. But it is impossible to make a discussion on the environmental evolution due to lack of chronostratigraphic data.

新书简介

《中国地质时期植物群》(中英文版)出版

我国幅员辽阔,陆相与海陆交互相地层非常发育。从志留纪开始,各纪地层保存的植物化石都很丰富且具有特色,仅以石炭、二叠纪来说,我国是世界上具有四大植物群(冈瓦纳植物群、欧美植物群、安加拉植物群和华夏植物群)的唯一国家。所以我国的古植物学研究具有得天独厚的自然条件,一些重要成果发表,不仅具有极为重要的学术意义和实用意义,在国际上也会产生重大影响。

由中国科学院院士、南京地质古生物研究所研究员李星学任主编,多位国际著名古植物学者、专家参加撰写的《中国地质时期植物群》(中英文版)将于今年9月由广东科技出版社出版。这是本世纪即将结束,21世纪即将来临之际,献给国内外地质学界和生物学界的一本较全面、较系统论述中国古植物学的专著。该书英文版已列为在今年9月召开的“地质时期陆地植物分异及进化国际会议”的重要文献。

《中国地质时期植物群》主要是根据上世纪中叶以来中外学者,特别是近40多年来我国古植物学者发表于中外各种书刊的有关古植物学资料,并广泛吸收了近年来相关研究领域的新成果,对志留纪以来各地质时期的植物群进行系统综述与分析研究而编写的一本专著。全书共分12章,书中附有详细的表格和插图以及属种学名索引,附图版144幅。

鼓 边