

19-24

内蒙岱海近 400 年来的硅藻
植物群及其古环境意义

马燕 王苏民

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

1: Q914.82

摘要 岱海近 400 年来的硅藻植物群可划分为 3 个组合: ① *Epithemia-Cymbella* 组合 (1596—1636、1696—1836 及 1876—1946 年), 反映了温水—浅水—贫营养环境; ② *Melosira islandica-Fragilaria* 组合 (1666—1696 与 1836—1876 年间), 代表了冷水—较浅水—贫营养环境; ③ *Melosira granulata* 及其变种 var. *angustissima-Diploneis elliptica* (1966 年以来), 反映了温水—浅水—富营养环境。1636—1666 与 1946—1966 年间岱海中硅藻保存得很少, 分别与气候寒冷而使硅藻难以生存与湖水动荡对硅藻保存不利有关。

关键词 硅藻植物群 岱海古环境 内蒙古

一、前言

岱海(40°37' N, 112°41' E)位于内蒙古自治区乌兰察布盟凉城县境内, 据 1986 年 7 月实测结果^[1], 面积为 134km², 最大水深 16.05m, 平均水深 7.9m。湖水 pH 值最大为 9.0, 平均 8.8。湖水矿化度为 2.587g/L, 是一个内陆微咸水湖。^①

由于岱海是一个没有出口的内流湖, 水量的唯一损耗是湖面蒸发, 其湖水水位、湖面面积、湖水 pH 和盐度等理化性质的变化及规模直接与古气候的变幅及其持续时间相关。所以岱海是一个研究古湖泊环境与古气候关系的理想湖泊。

硅藻是一类对其生存条件反应较敏感的生物, 不同生态环境下有不同的属种。国外已有许多学者依据这一点将硅藻作为古湖沼学研究的一种重要手段。主要是依据高分辨率的湖泊沉积钻孔样中硅藻的组合面貌, 推测因气候及植被等自然要素的变化而引起的不同尺度湖泊生态环境的变化, 推断因人类对水体的干扰而引起的湖泊变更, 包括因酸雨而引起的湖泊 pH 值的变化等等。笔者对岱海 DH₁ 孔(图 1)中的硅藻植物群进行了初步地分析研究, 试图从硅藻的角度来推测岱海环境的变化史及其与古气候的关系。

二、材料与方方法

钻孔岩芯由重力取样器采集。柱长 78cm, 每 2cm 一个样。岩性均为淤泥。

① 鉴定工作是在北京地质科学院地质研究所李家英教授的指导下完成的, 在此深表谢意。

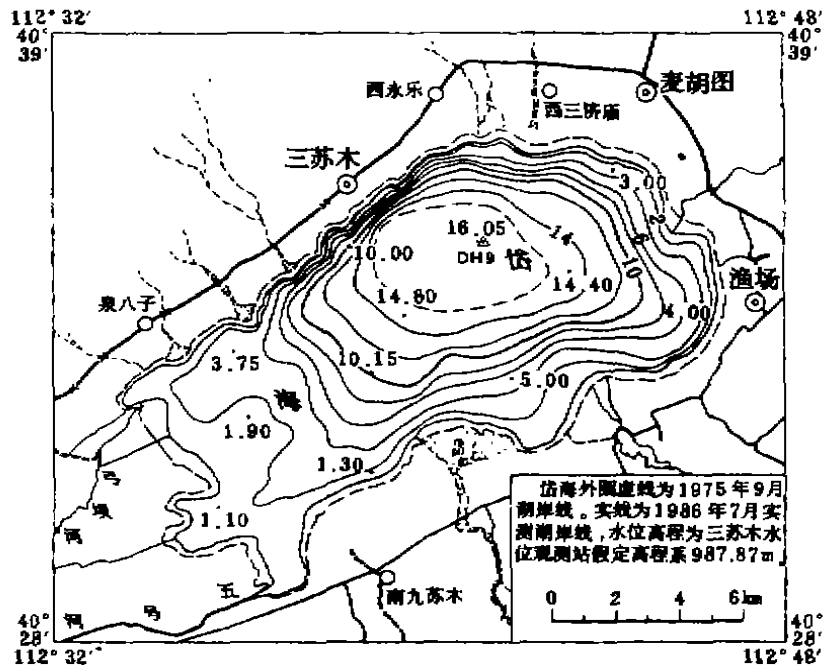


图1 岱海等深线及^[1]DH₁孔位置图

Fig. 1 Map showing isobath of Daihai Lake and location of Core DH₁.

沉积物中的硅藻用重铬酸钾浮选法^[3]获得。用 Battarbee^[4]法制片和计数。在 Leitz 1000 倍油镜下依据文献^[5-12]鉴定其属种, 每个样品的统计基数为 400 个。

沉积物沉积速率据²¹⁰Pb 测年为 2mm/a^[1]。

三、结果与讨论

(一) 主要硅藻类群及其生态与地理分布

DH₁孔中硅藻植物群较丰富, 计有 27 属 112 种(变种), 皆为淡水种类。占主要地位的有 6 个类群: 冰岛直链藻 *Melosira islandica* Müll, 颗粒直链藻 *M. granulata* (Ehr.) Ralfs 及其最窄变种 *var. angustissima* Müll, 椭圆形双壁藻 *Diploneis elliptica* (Kütz) Cleve, 脆杆藻 *Fragilaria*, 桥弯藻 *Cymbella* 及窗纹藻 *Epithemia*。

Melosira islandica 为浮游、喜冷种类。广布于中国、日本的偏北方较寒冷水体中。在中国山东山旺中新世地层里也有发现^[6]。

M. granulata 及其变种 *var. angustissima* 为公认的喜富营养、喜温暖水体的浮游种类。遍布世界各地。

Diploneis elliptica 为沿岸类型, 生活于淡水—微咸水中, 发现于沼泽、泉水及湖泊中。地理分布较广。

Fragilaria 为一些小型沿岸、喜冷的种类, 喜碱、喜贫营养。包括羽纹脆杆藻 *F. pinnata* Ehr.、连结脆杆藻 *F. construens* (Ehr.) Grun. 及其双结变种 *var. binodis* (Ehr.) Grun. 和

凸腹变种 *var. venter* (Ehr.) Grun. 与双头脆杆藻 *F. bicapitata* Mayer. *F. pinnata*, *F. construens* 及其变种 *var. venter* 在现代北极湖中占主导地位^[17], 并产于近期形成的冰碛湖中^[18], 另在加拿大新布鲁斯威克省的 Splan 湖与 Little 湖, 它们分别是晚仙女木期前 (ca. 12600-11300 a. B. P.)^[19] 与晚仙女木期 (ca. 11-10 ka. B. P.)^[20] 时的主要分子。*F. construens var. binodis* 在中国属淡水冷水种类, *F. bicapitata* 广布美国宾夕法尼亚州、乔治亚洲及蒙大拿州的冷水型湖泊中。

Cymbella 为附生、喜碱种类, 包括新月桥弯藻 *C. cymbiformis* (Ktz.) V. H.、偏桥弯藻 *C. parva* (W. Smith) Cleve、箱形桥弯藻 *C. cistula* (Hempr.) Grun.、胡斯特桥弯藻 *C. hustedii* Krasske 及偏肿桥弯藻 *C. ventricosa* (Hempr.) Ktz. *C. cymbiformis* 与 *C. parva* 在中国多分布于淡水沿岸带, 在美国广布于淡水里、附生在水生植物上。*C. cistula* 与 *C. ventricosa* 在中国常分布于高原、山区 (例如 *C. cistula* 是西藏硅藻区系的主要分子^[21])。 *C. cistula* 为喜碱的、广盐度的淡水种类, *C. ventricosa* 为喜贫盐的、广碱度的。*C. hustedii* 为普生性种类。

Epithemia 为淡水、喜碱、附生种类, 包括钩状窗纹藻 *E. probosidea* W. Sm.、斑状窗纹藻 *E. zebra* Ktz. 鼠形窗纹藻 *E. sorex* Ktz. 及膨大窗纹藻 *E. turgida* (Ehr.) Ktz. *E. probosidea* 与 *E. zebra* 为沿岸、喜碱类型, 喜富含钙的水体、附着在水生植物上或附生于沿岸的各种底质上。*E. sorex* 在美国喜高导、富钙的水体。*E. turgida* 为公认的沿岸种、喜碱类型。上述各种在西藏斯潘古尔错的硅藻土中均有发现^[22]。

DH₁ 孔中还有一个含量不高但贯穿整个柱子且有指示意义的类群——喜碱类群, 它包括弯棒杆藻 *Rhopalodia gibba* (Ehr.) Müll.、卵圆双眉藻 *Amphora ovalis* Ktz.、弯形弯楔藻 *Rhoicosphenia curvata* (Ktz.) Grun.、海生胸隔藻 *Mastogloia smithii* (Ag.) Cl.、卵形双菱藻 *Surirella ovalis* Breb 及圆孔异菱藻 *Anomooneis sphaerophora* Pfitz.

(二) 硅藻组合及其古环境意义

DH₁ 孔中的硅藻植物群可分为三种组合:

1. *Epithemia*—*Cymbella* 组合 主要分子有 *Epithemia probosidea*、*E. zebra*、*E. sorex*、*E. turgida*、*Cymbella cymbiformis*、*C. parva*、*C. cistula* 及 *C. hustedii*。其中大多数分子为沿岸种, 附着在水生植物上, 说明阳光充足、水体较浅, 代表了温水—浅水环境。

2. *Melosira islandica*—*Fragilaria* 组合 主要分子有 *Melosira islandica*、*Fragilaria pinnata*、*F. construens*/*var. binodis*/*var. venter* 及 *F. bicapitata*。都是冷水种、沿岸型。所反映的水体深度比组合 1 的更浅些。代表了冷水—较浅水环境。

3. *Melosira granulata* 及其变种 *var. angustissima*—*Diploneis elliptica* 组合 除两个组合分子外, 还含有少量的 *Fragilaria lapponica* Grun.、微量的 *Cymbella cymbiformis* 及 *Epithemia probosidea* 等。代表了温水—浅水—富营养环境。

根据同位素年龄, 各组合相对应的时代见表 1。

表 1 岱海 DH₁ 孔中硅藻组合的分布及古环境意义Tab. 1 Distribution and paleoenvironments of the diatom assemblages from Core DH₁

年 代	埋 深 (cm)	组 合	古 环 境 意 义
1986—1966	0—4	I	温水—浅水—富营养化
1966—1946	4—8	很少	推测深水
1946—1876	8—22	I	温水—浅水—碱性
1876—1836	22—30	I	冷水—较浅水
1836—1696	30—58	I	温水—浅水—碱性
1696—1666	58—64	I	冷水—较浅水
1666—1636	64—70	很少	推测冷水
1636—1596	70—78	I	温水—浅水—碱性

从表 1 显而易见,在 1596—1636、1696—1836 及 1876—1946 年间,气候温暖,岱海的湖水较浅。在上述 3 个温暖期之间存在着两个寒冷期(1666—1696 与 1836—1876 年),其时岱海湖面缩小,湖水变浅。1666—1696 年间的寒冷期属于小冰期盛期的后期,具有全球性的反映,1836—1876 年的寒冷期则与“19 世纪后半叶的夏凉冬寒少雨多旱的干冷期”^[1]基本一致,并在我国有极广泛的分布范围^[1]。

值得一提的是,在 1636—1666 年间,岱海的硅藻很少,难以计数。这种现象与加拿大新布鲁斯威克省的 Splan 湖在晚仙女木期的情形很相像。由此可推测:① 1636—1666 年间,气候很寒冷,岱海的水温很低,以致不适应硅藻的生长。② 从硅藻的角度看,小冰期最盛期可分为前后两期,前期(1640—1670 年)比后期(1670—1700 年)更寒冷些。③ 水温过低是抑制硅藻生长的因素之一。上述推测乃一孔之见,是否具有普遍性意义还有待更一步的研究与证实。

DH₁ 孔中硅藻极贫乏还出现在:4—8cm,相当于 1946—1966 年,这可能是湖水较深,硅藻不易保存所致。因为据资料记载^[1],1934—1935 年期间,岱海地区连续大涝,湖水快速上升,至 40—50 年代中期,西岸的许多地方被淹,居民纷纷向西迁徙,反映湖面又一次扩大过程。1960 年以后,湖面又进入了一个新的退缩时期。在 1960 年 5 月的调查中,岱海里发现的硅藻有:小环藻 *Cyclotella*、舟形藻 *Navicula*、针杆藻 *Synedra*、等片藻 *Diatoma*、菱形藻 *Nitzschia*、月形藻 *Amphora*、桥弯藻 *Cymbella*、幅节藻 *Stauroneis*、双菱藻 *Surirella*、布纹藻 *Gyrosigma*、马鞍藻 *Campylodiscus*、异极藻 *Gomphonema* 及弯楔形藻 *Rhicosphenia*。这种水体中有现生而地层中没有保存的现象也许是因为水体动荡不定所致。

1966 年以来,岱海中的硅藻以 *Melosira granulata* 及其变种 *var. angustissima*、*Diploneis elliptica* 为主,表明气温变暖,湖水变浅,湖泊的富营养化程度较高,湖面缩小。这里需要指出的是:在季风区,气候变暖本应降水增大,湖面扩张,湖水变深,而实际情况则相反,这与人为因素密切相关:由于兴建水库,灌溉用水,地表径流被拦截,致使岱海近 30 年来水位下降 2.84m,目前仍处在收缩之中。

参 考 文 献

- [1] 王苏民、余源盛、吴瑞金、冯敏等。岱海——环境与气候。合肥,中国科技大学出版社,1990。
- [2] 王苏民、吴瑞金、李建仁。内蒙岱海全新世以来的变迁。河海大学学报,1990,18(专辑):29—34。
- [3] 李家英、黄成彦。陕西蓝田全新世硅藻化石。陕西蓝田新生界现场会议论文集,北京,科学出版社,1966。
- [4] Battarbee, R. W. , A new method for the estimation of absolute microfossil numbers, with reference especially to diatoms. *Limnol. and Oceanol.* 1973, 18(4):647—653.
- [5] Hustedt, F. , Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der über Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. In L. Rabenhorst's, *Kryptogamen-Flora* 1930—1966, 7, part 1; 1—920; part 1:1—845; part 1:1—816.
- [6] Hustedt, F. , Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeen-Flora von Java, Bali und Sumatra nach dem Material der Deutschen limnologischen Sunda-Expedition. *Arch. Hydrobiol.* Suppl. 1, 1939, 16:1—155, 274—394.
- [7] Cleve-Euler, A. , Die Diatomeen von Schweden und Finnland. *K. Sv. Vet. Akad. Handl.* 1951—1955, 2(1):1—167; 3(3):1—153; 4(1):1—158; 4(5):1—255; 5(4):1—232.
- [8] Patrick, R. & Reimer, C. W. , The Diatoms of the United States, 1, Acad. Natural Sci. Philadelphia, 1966, 13:1—688.
- [9] Patrick, R. & Reimer, C. W. , The Diatoms of the United States, 2, Acad. Natural Sci. Philadelphia, 1975, 12:1—213.
- [10] Skvortzow, B. W. , Ein Beitrag zur Bacillariaceen-Flora der nordöstlichen Mongolei, *Hedwigia*, 1928, 68.
- [11] Foged, N. , Freshwater diatoms in Ireland. *Bibl. Phycol.* 1977, 34:1—221.
- [12] Foged, N. , Diatoms in Alaska. *Bibl. Phycol.* 1981, 53:1—317.
- [13] 胡鸿钧、李尧英等。中国淡水藻类。上海,上海科学技术出版社,1980。
- [14] 小久保清治[日],浮游硅藻类,上海,上海科学技术出版,1960。
- [15] Barber, H. G. , Haworth, E. Y. , A guide to the morphology of the Diatom Frustule with a key the British freshwater genera. sci. pub. 1981, 44.
- [16] 李家英。山东山旺中新世硅藻组合。植物学报,1982,24(5)。
- [17] Koivo, L. K. & J. C. Ritchie, Modern diatom assemblages from lake sediments in the boreal-arctic transition region near the Mackenzie Delta, N. W. T. , Canada. *Can. J. Bot.* 1978, 56(8):1010—1020.
- [18] Bradbury, J. P. & M. C. Whiteside, Paleolimnology of two lakes in the Klutlan glacier region, Yukon Territory, Canada. *Quatern. Res.* 1980, 14:149—168.
- [19] Rawlence, D. J. , The post-glacial diatom history of Splan Lake, New Brunswick. *J. Paleolimnol.* 1988, 1(1):51—60.
- [20] Rawlence, D. J. & Senior, A. , A Late-Glacial diatom and pigment history of Little Lake, New Brunswick with particular reference to the younger Dryas climatic oscillation. *J. Paleolimnol.* 1988, 1(1):163—177.
- [21] 饶钦止。西藏南部地区的藻类。海洋与湖沼,1964, 6(2):169—189。
- [22] 李家英。西藏斯潘古尔错硅藻土中的硅藻植物群。青藏高原地质文集(3),北京,地质出版社,1983。

THE RECENT 400-YEAR DIATOM HISTORY OF DAIHAI LAKE,
INNERMONGOLIA WITH ADDITIONAL REFERENCE TO ITS
PALEOENVIRONMENTAL SIGNIFICANCE

Ma Yan Wang Sumin

(Nanjing Institute of Geography and Limnology, Academia Sinica, Nanjing 210008)

Abstract

Diatoms were identified and counted in a core of 78 cm long, from which eight phases were recognized. In 1596—1636, 1696—1836 and 1876—1946, Daihai Lake supported an *Epithemia/Cymbella* assemblage, indicating a shallow water environment. In the two intervals of the three periods mentioned above (1666—1696 and 1836—1876), occurred a *Melosira islandica/Fragilaria* assemblage comparable to that in modern arctic and glacial moraine lakes. This is surely attributed to the heyday and the last oscillation of the Little Ice Age. During 1636—1666 and 1946—1966, the diatoms were too rare to be counted. Since 1966, the lake has been dominated by *Melosira granulata*/var. *angustissima*, *Diploneis elliptica* and *Fragilaria* spp. This may be due to the slightly mesotrophic water, the warmer climate and the disturbance of human beings.

Key words diatoms, Daihai Lake, paleoenvironment