

东海海域夏季溶解氧垂直分布最大值

项有堂 陆鸣民 郑锡建

(国家海洋局东海分局宁波调查队, 宁波 315040)

利用1985年东海断面调查资料, 分析和探讨了东海海域春、夏季溶解氧的垂直分布, 该海域东北部春、夏季存在溶解氧垂直分布最大值, 其分布规律和机理与黄海相似, 水平位置与黄海冷水团相一致, 形成原因主要与水文要素跃层和浮游植物季节活动有关。从溶解氧垂直分布最大值的水平分布来看, 黄海冷水团的南界可到达 $30^{\circ}30'N$ 左右。

海水溶解氧垂直分布最大值是突出的一种水文化学现象, 它只在特定的水域中出现, 常用来作为划分水团的参数指标, 同时与水体垂直交换, 有机物降解, 营养盐再生循环, 悬浮物沉降等海洋学过程有关。所以, 研究溶解氧垂直分布最大值变化和出现的规律具有十分重要的意义。近年来国内学者对南海、黄海海域溶解氧垂直分布最大值变化规律的研究较多^[1~4], 但对东海海域的研究较少。东海水系较多, 水文环境复杂, 故对它的研究更具有意义。本文利用1985年东海断面调查资料, 分析和探讨东海海域春、夏季海水溶解氧垂直分布最大值的变化规律及形成机理。调查断面及站位见图1。

一、夏季溶解氧最大值分布

图2~4表明, 夏季在台湾暖流流经区、黑潮主干边缘区、长江口、江浙沿岸及 $30^{\circ}30'N$

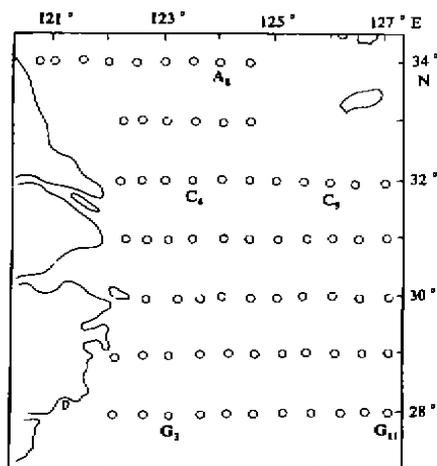


图1 调查断面及站位

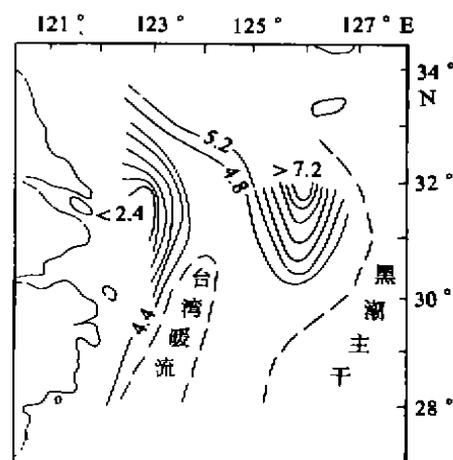


图2 20m层 O_2 ($\times 10^{-3}$) 平面分布

收稿日期: 1990年8月27日; 收修改稿日期: 1990年10月18日。

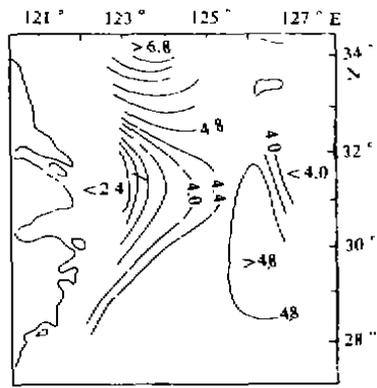


图3 30m层 O_2 ($\times 10^{-3}$) 平面分布

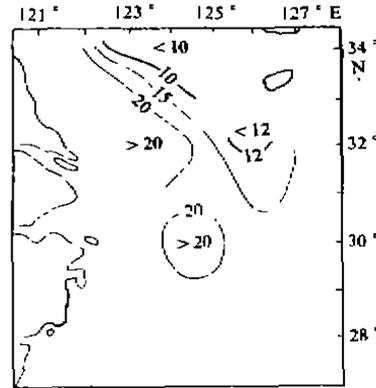


图4 底层温度平面分布

以南海域均未出现溶解氧垂直分布最大值现象。只在东海东北部海域出现溶解氧垂直分布最大值；其最大值水平分布趋势以 5.2×10^{-3} 等值线为界呈水舌状向东南延伸至 $30^{\circ}30'N$ 左右。由图5可知，该水舌与夏季底层水温平面分布图上 $15^{\circ}C$ 等温线相一致，由此可知其分布与黄海冷水所及范围相似。并且 $33^{\circ}N$ 以北溶解氧最大值出现在水深30m层处， $33^{\circ}N$ 以南溶解氧最大值出现在水深20m层处。图7、8的 A_3 、 C_9 站垂直分布图上更进一步说明了它所在的位置。另外从图6可看到，夏季溶解氧最大值在水平分布上逐年（1984、1985、1986年）有所摆动，但摆动幅度不大，这主要与黄海冷水团的强度有关。

由图7可知， A_3 站水深30m以浅 O_2 随温度下降而升高，30m达最大值，30m以深与温度一致随深度递减，变化梯度较大； $O_2\%$ 与 O_2 一致表现为上、下低，中部高。20~50m处有一温密跃层；磷酸盐和硅酸盐30~50m随深度递增，与 σ_t 一致，变化梯度较大。图8表明， C_9 站水深20m以浅 O_2 随温度下降而升高，20m处达最大值，20m以深随深度递减，梯度较大，30m以深基本均匀， $O_2\%$ 与 O_2 基本一致。10~30m有一温密跃层，磷酸盐和硅酸盐20~30m随深度递增，梯度较大。 A_3 与 C_9 站溶解氧的垂直分布最大值的分布规律基本相似，都

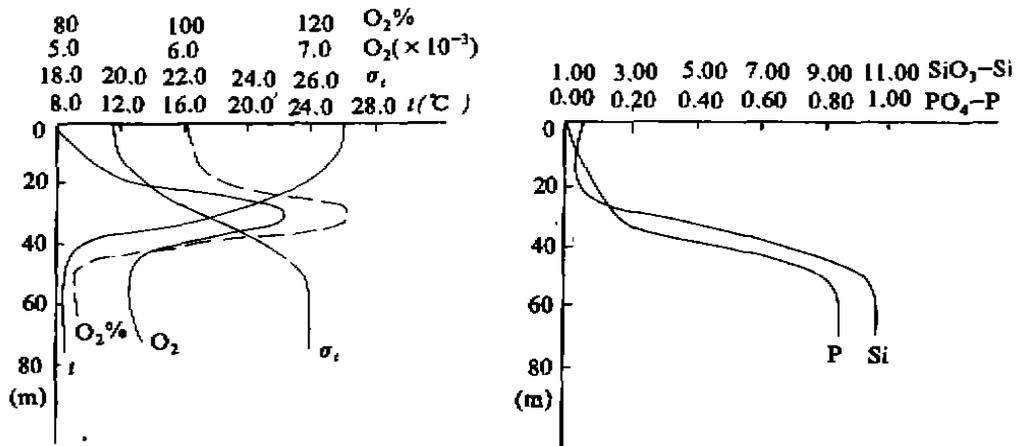


图5 A_3 站水化要素垂直分布

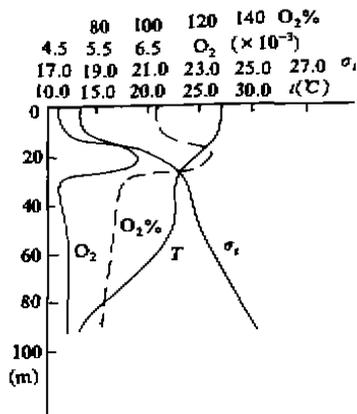


图6 C₁站水化要素垂直分布

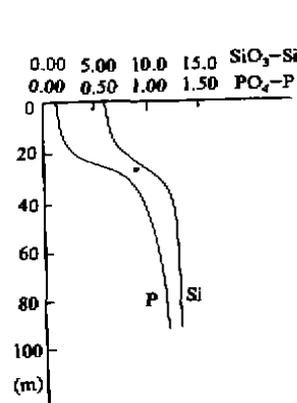


图7 20m层 O₂ 5.2 × 10⁻³ 等值线分布

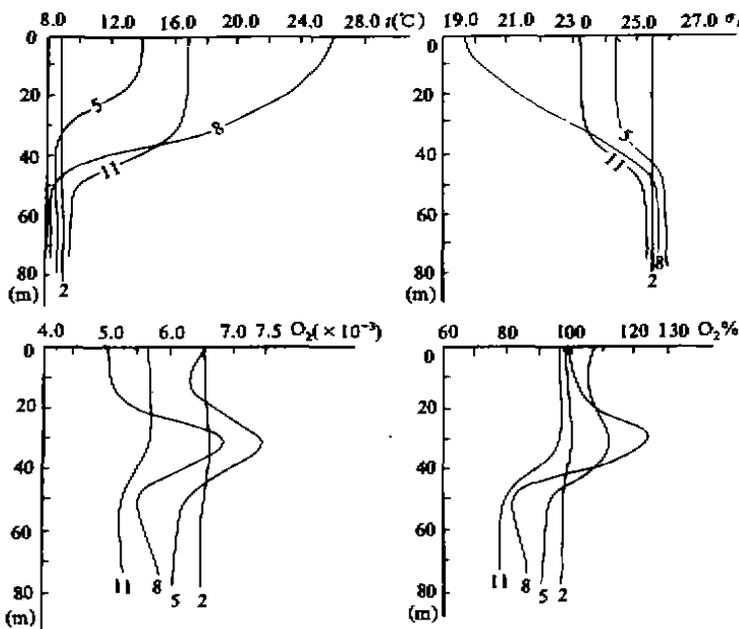
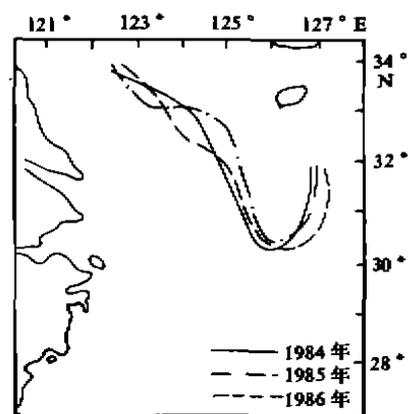


图8 A₄站 O₂、O₂%、t、σ_t 垂直分布季节变化

是出现在稳定的温密跃层中部，在跃层的上下界均较低，只不过两者出现最大值的位置不同而已。

二、溶解氧垂直分布季节变化

C₃、A₃站(图9、10)为东海东北部和黄海南部溶解氧夏季垂直分布最大值的典型站，可见t、σ_t、O₂、O₂%四种要素均有明显的季节变化。位于东海东北部的C₃站，溶解氧的季节变化为2月垂直均匀分布，5、8月20m层出现氧最大值，氧含量值5月比2月高1.40×10⁻³，8月比2月高0.51×10⁻³。氧饱和度值5月比2月高22%，8月比2月高29%。11月50m以浅垂直均匀分布，50m以深随深度递减。位于黄海南部的A₃站，溶解氧的季节变化为2月呈垂直均匀分布，5、8月30m层出现氧最大值，氧含量值5月比2月高0.75×10⁻³，8月比2

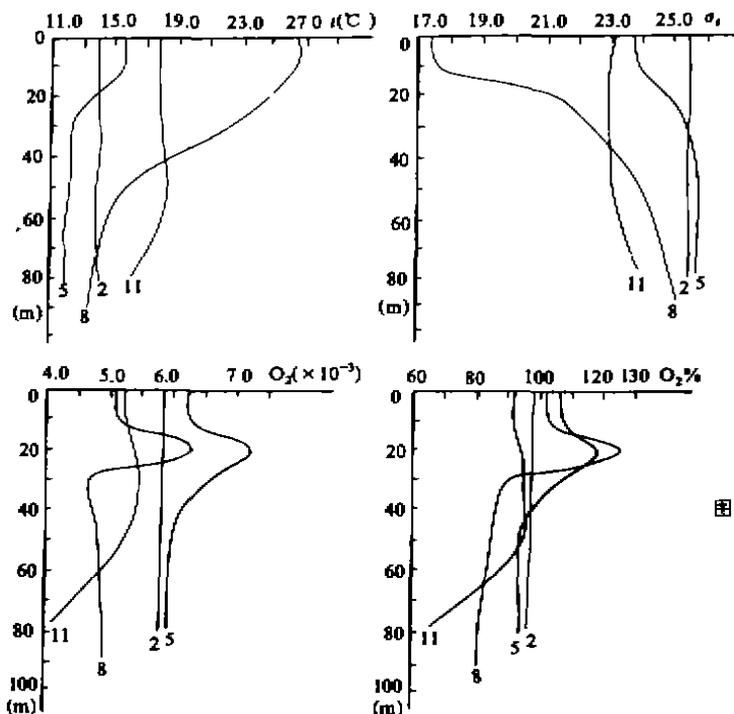


图9 C₉站 O₂、O₂%、t、σ_t 垂直分布季节变化

月高 0.11×10^4 。氧饱和度值 5 月比 2 月高 13%，8 月比 2 月高 25%。11 月 30m 以浅和 50m 以深水域为垂直均匀分布，30~50m 随深度递减。从上述可知，春（5 月）、夏（8 月）季都明显地出现溶解氧垂直分布最大值，其量值较冬季同水层高，尤其是饱和度更为明显，这主要与春、夏季浮游植物的光合作用有关。另外，C₉ 与 A₈ 站的分布情况亦基本相似。

三、讨 论

综上所述，东海海域夏季溶解氧垂直分布中，江浙沿岸、长江口及 $30^{\circ}30'N$ 以南海域均未出现溶解氧最大值，只在东海东北部海域出现溶解氧垂直分布最大值现象。出现溶解氧垂直分布最大值的位置正好与黄海冷水团对东海的影响范围相一致。因此，作者认为东海东北部海域夏季出现溶解氧垂直分布最大值与黄海冷水密切相关。并且还发现了春季（5 月）溶解氧垂直分布中也存在最大值，其分布规律和形成机理与夏季（8 月）相似。

海水中氧的主要来源于大气及浮游植物的光合作用，其耗氧因素主要是生物的呼吸、水体有机质的分解作用及增温的影响。

夏季由于太阳辐射强烈，中、上层水温增高，加之降水和沿岸径流加强及盐度下降，故形成了稳定的温密跃层，此时氧的上、下层交换受到阻碍，跃层以下水体（水温基本保持了冬季前后的量值）主要靠冬季保留下的氧供给生物呼吸及有机质沉降分解等的消耗，故跃层上、下的氧值较低。而形成的温密跃层因较为稳定，并能直接得到上层氧的补充，故该处极易形成溶解氧最大值。在东海东北部（及黄海南部）夏季出现溶解氧垂直分布最大值的水域，浮游植物总量约在 $10^4 \sim 10^5$ 个/ m^3 左右，且夏季氧最大值与冬季同水层相比含量偏高，氧饱

和度更为明显,这是由于水体稳定,水温增高,氧气交换困难,浮游植物光合作用补充了氧的缘故。春季的情况也是如此。而秋、冬季由于水体开始垂直交换,特别是冬季水体垂直交换剧烈,一般来说不可能形成稳定的温密跃层,加之浮游植物量少,水体中生物呼吸及有机质沉降分解,溶解氧垂直分布中不具备形成最大值的条件,故秋、冬季溶解氧垂直分布中不可能形成最大值。因此,作者认为水体的相对稳定性是溶解氧最大值形成的必要条件之一,而水体的较大稳定性基于跃层的形成,跃层的出现又依赖于水温的变化。所以溶解氧最大值的形成基于水温的稳定性,而浮游植物的光合作用促使了溶解氧垂直分布最大值的形成,即起到氧补充源的作用,5、8月氧含量高于2月同水层氧含量就说明了这一点。

四、结 语

1. 夏季东海只在东北部海域出现溶解氧垂直分布最大值,分布规律和机理与黄海相似,只是所在的垂直位置有所不同。水平位置与黄海冷水影响东海的位置一致,南界约在 $30^{\circ}30'N$ 左右。溶解氧垂直分布最大值所处的水平位置和逐年摆动情况与冷水团的强度有关。

2. 氧最大值出现在稳定的温密跃层中,跃层上、下氧值均较低。氧最大值的形成主要是以水温和浮游植物的光合作用为主,而水温的稳定性是氧最大值形成的必要条件,浮游植物的光合作用促使其形成,起到氧补充源的作用。这就是溶解氧垂直分布最大值可作为划分特定水团参考指标的原因。

3. 春季(5月)与夏季一样,溶解氧垂直分布中也存在最大值,其分布规律和形成机理与夏季相似;秋、冬季无此现象。

参 考 文 献

- (1) 顾宏堪, 1980, 黄海溶解氧垂直分布的最大值, 海洋学报, 2, 2, 70~78.
- (2) 刁焕祥等, 1984, 南海溶解氧垂直分布最大值, 海洋学报, 6, 6, 770~780.
- (3) 刁焕祥等, 1986, 黄海冷水团溶解氧垂直分布最大值的进一步研究, 海洋科学, 10, 6, 30~34.
- (4) 刁焕祥等, 1986, 黄海冷水团与东海东北部溶解氧垂直分布最大值, 海洋与潮沼论文集, 121~131.

VERTICAL DISTRIBUTION OF MAXIMUM DISSOLVED OXYGEN IN EAST CHINA SEA IN SUMMER

Xiang Yutang, Lu Mingmin and Zheng Xijian

(Ningbo Oceanographic Investigation Service, SOA, Ningbo)

ABSTRACT

Based on the data of oceanographic section investigation conducted in 1985, the vertical distribution of dissolved oxygen (DO) in the East China Sea was determined. The maximum content of DO was found in the northeastern part of the sea in spring and summer and the distribution pattern and mechanism was similar to that found in the Yellow Sea. The horizontal location of maximum DO in the East China Sea was coincident with that of the cold water mass in the Yellow Sea, its formation was closely linked with the thermocline and halocline, and seasonal activities of phytoplankton of the area. The vertical distribution of maximum value of DO showed the southern boundary of the Yellow Sea's cold water mass could extend as far as to 30°30'N.