

福建中南部近海表观耗氧量的垂直分布

文景烟

(国家海洋局第三海洋研究所)

海水中溶解氧的研究已有许多的报道^[1-6]。Redfield (1942) 建立了海水表观耗氧量(AOU)的概念, 主要是为了过滤物理的效应而突出生化效应。Stefansson 和 Richards(1964), Thoms(1966), Park(1967), Fiadeiro 和 Strickland (1968)及 Hung (1971) 等人曾经研究了与表观耗氧量有关的问题。本文研究了福建中南部近海表观耗氧量的垂直分布, 并对所出现的表观耗氧量异常现象作出了初步探讨。

一、材料与方 法

在福建中南部近海布设了8个断面29个测站, 进行溶解氧的测定。其中南部6—8三个断面的测定是1961年3月至1962年9月进行的, 中部1—5断面的测定是1963年3月至1964年3月进行的(图1)。

表观耗氧量系根据 Redfield (1942) 所建立的下述关系式求得:

$$AOU = S_{O_2} - D_{O_2},$$

式中 S_{O_2} 表示水体在1大气压时, 现场特定温盐条件下氧的饱和量(即溶解度毫升/升), D_{O_2} 表示海水中溶解氧的实测值。

二、结 果

根据上式得出夏季表观耗氧量的垂直分布和季节表观耗氧量的垂直分布图, 同时绘出 σ_t 、 PO_4-P 、 SiO_3-Si 及 pH 变化图(图2, 图3)。

(一) 夏季表观耗氧量的垂直分布

夏季表观耗氧量, 其分布变化特征可归纳为沿岸和近海两种不同类型, 现分述如下:

1. 沿岸海域夏季表观耗氧量的垂直分布

图2表明, 福建中南部沿岸海域, 各测站夏季的表观耗氧量的垂直分布梯度都较小, 一般的趋势呈上低下高。

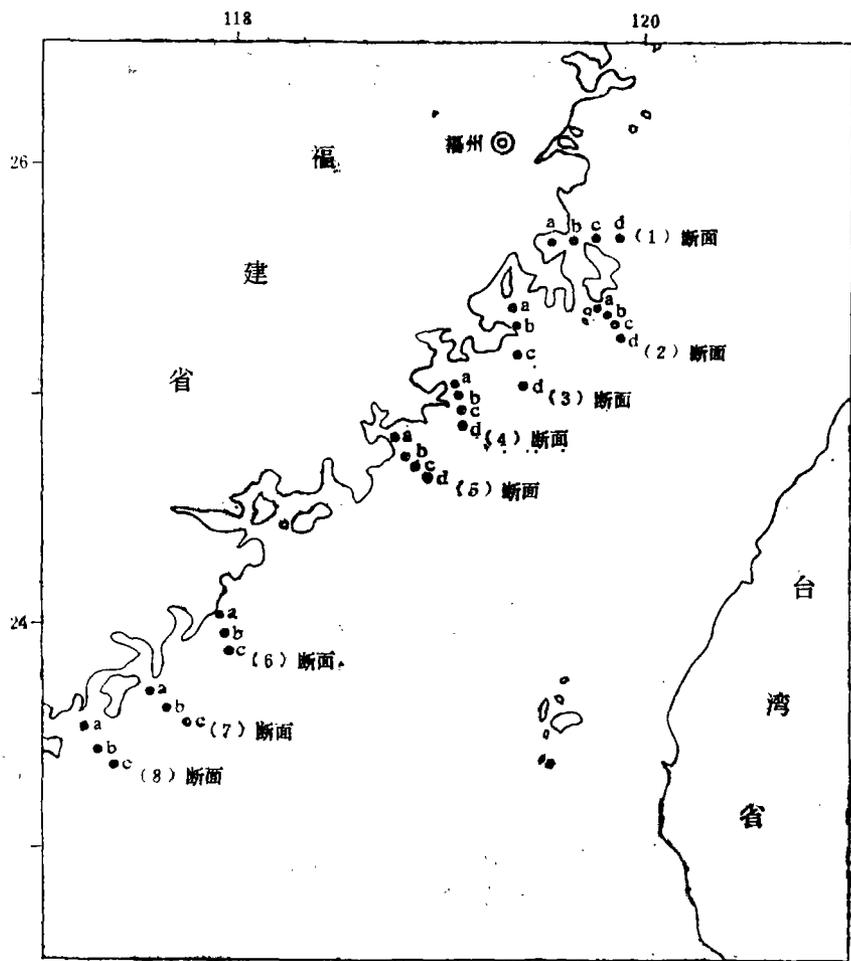


图1 福建中南部近海海域各测站站位图

这种规律在站 5a 和站 6a 最为明显，站 6a 的表层表观耗氧量甚至呈现负值，即氧含量过饱和。其它站表观耗氧量的值都在 0.40 毫升/升以下，均未出现负值。

2. 近海海域夏季表观耗氧量的垂直分布

图 3 表明，福建中部近海海域各站的表观耗氧量垂直分布梯度较大(如站 1c、站 1d)，而南部近海表观耗氧量垂直梯度一般较小(如站 6c)。其趋势都呈上低下高。站 1d、站 1c、站 6c 和站 7c 等表层表观耗氧量出现负值，表明这些水层溶解氧处于过饱和状态。而站 7c 表观耗氧量垂直分布全部负值，且梯度很小。站 1d 在 5 米层表观耗氧量出现异常，其极小值为 -1.14 毫升/升。站 1c 在 5 米层表观耗氧量也出现极小值为 -1.05 毫升/升。而站 6c 等水域出现上下分层现象。

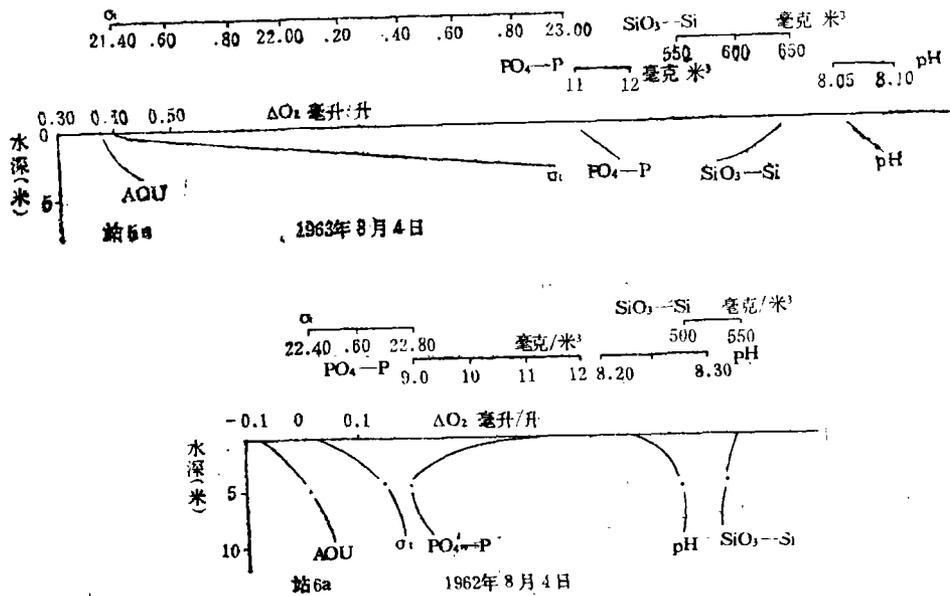


图2 沿岸2个测站夏季表观耗氧量的垂直分布

(二) 表观耗氧量垂直分布的季节变化

本文选取了站 1d 的观测结果, 用以研究表观耗氧量垂直分布的季节变化。该站 夏季表观耗氧量出现异常的最小值, 这样可以探讨夏季表观耗氧量垂直分布极值的形成过程。图 4 表明从春季末至夏季 (5、7、8 月) 表层表观耗氧量变为负值, 7 月表层表观耗氧量为 -0.98 毫升/升, 8 月为 -0.77 毫升/升。5 米层表观耗氧量 7 月为 -0.99 毫升/升, 8 月出现极值为 -1.14 毫升/升。15 米层表观耗氧量剧速上升, 7 月为 $+0.12$ 毫升/升, 8 月为 -0.38 毫升/升。20 米层 7 月为 $+0.64$ 毫升/升, 8 月为 $+0.32$ 毫升/升。20 米层以下表观耗氧量呈均匀状态。由于 5、7、8 月表层表观耗氧量呈负值, 底层值变为正值, 而在 5—10 米层表观耗氧量出现极小值, 因而就形成了夏季表观耗氧量垂直分布的极小值。

三、讨 论

福建中南部近海表观耗氧量的垂直分布, 夏季表观耗氧量呈表层低而底层高的趋势。有二分之一的测站表层表观耗氧量出现负值, 这是本海域夏季表观耗氧量的垂直分布特征之一, 而测站 6c 等水层出现上下分层现象, 测站 1d 等出现极小值。

本海域表观耗氧量呈上低下高的分布, 说明夏季溶解氧在上面与大气取得平衡, 而下面则由于有机物分解而消耗氧, 与生物及生化作用强烈进行有关, 这也可以从底部 PO_4-P 及 SiO_3-Si 含量高于中层而 pH 低于中层得以证实。海域表观耗氧量出现负值表明海域

表层氧的含量过饱和，其原因可能是由于夏季海水水温迅速增加，氧来不及释放到大气中，同时浮游植物春花期光合作用产生一定量的氧，因而形成氧过饱和的结果，所以表现耗氧量出现负值。自然，在 $T^{\circ}\text{C}$ 或 σ_t 有跃层之处，表现耗氧量也会有上下分层现象。当

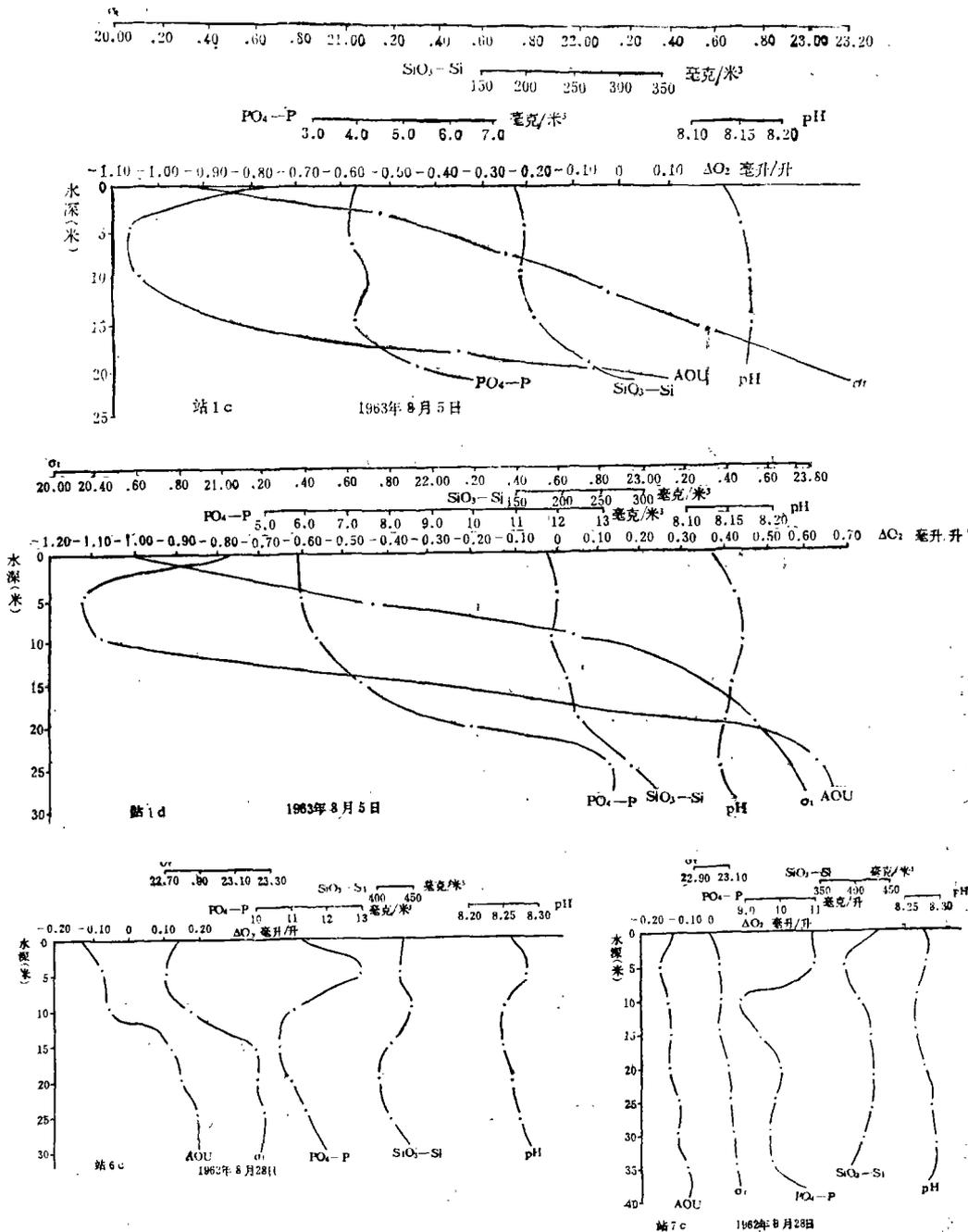


图3 近海4个测站夏季表观耗氧量的垂直分布

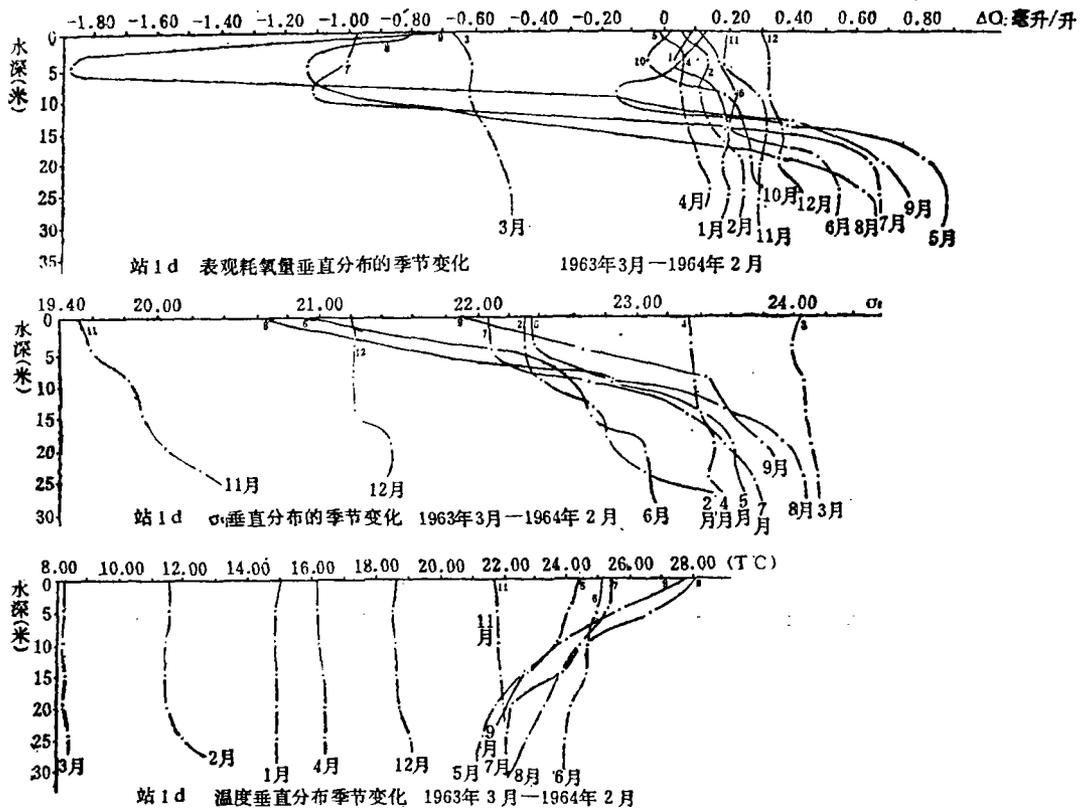


图 4 站 1d 表观耗氧量、 σ_t 、温度垂直分布的季节变化

温跃层强时，过饱和的氧就被良好地保持在跃层中，而就可能出现表观耗氧量极小值（如图 1—3）。

图 4 表明极小值的形成过程，自图中观察到秋后至初春站 1d 的表观耗氧量、温度、的 σ_t 垂直分布梯度较小，这是由于水体混合趋向于均匀。春末至夏季，表层海水迅速增温，夏季表观耗氧量出现负值。7 月 10 米层表观耗氧量极值为 -1.14 毫升/升，8 月 10 米层极值也为 -1.14 毫升/升。这种异常现象的出现，其原因可能是由于春末跃层形成时期，表层剧速升温而氧溶解度有所下降，这时表观耗氧量主要受温度控制。但进入夏季以后，表层更进一步增温同时浮游植物迅速繁殖，硅藻在 8 月已达到一年的最高峰，站 1d 硅藻数据 7 月表层为 $1,142 \times 10^5$ 个/米³，8 月为 $1,334 \times 10^5$ 个/米³，这是该站年变化表层最高值，也是 29 个测站的最高值。由于光合作用速率随着温度升高而增加，产生大量的氧，氧从上面渗入到稍下层，随着增温时稳定密度层的形成，垂直交换困难，因而氧即被保持下来。由于该层氧消耗最小，高光合作用使得站 1d 夏季表观耗氧量极小值显得非常突出。以上事实指出，在 10 米以上光合生产的氧超过其它过程，而在 15 米层以下由于有机物分解加剧大量消耗氧，所以表观耗氧量由负值迅速变为正值。这与 $\text{PO}_4\text{-P}$ 及 $\text{SiO}_3\text{-Si}$ 含量上低下高，而 pH 值呈上高下低的趋势关系完全一致。

表观耗氧量出现异常极小值各月有所不同, 9月5米层表观耗氧量达 -1.88 毫升/升, 比8月份更小, 而9月份硅藻个数有所减少(954×10^5 个/米³), 这是由于光合作用的滞后所造成的。站1c也出现极值, 原因同站1d。

四、结 语

福建中南部近海表观耗氧量垂直分布呈上低下高的趋势, 这与Wyrcki等人所观察到的表观耗氧量随深度增加而增加的结果大体相似。

福建中部站1d和站1c夏季水体表观耗氧量极小值的形成, 是随着增温的同时出现浮游植物高光合作用及低耗氧量的结果。我们在福建中部近海海域站1d和站1c发现的10米以上光合生产的氧超过其它过程的这一事实, 与Stefánsson和Richards 1964年已经得到证实的结果相当一致。

综上所述, 福建中南部近海表观耗氧量的垂直分布, 具有上低下高的特征。站1d和站1c夏季表观耗氧量异常出现极值, 主要是由于浮游植物光合作用的影响, 而增温的影响则几乎被大量浮游植物的存在所掩盖。温度、(σ_t)跃层的稳定性(即冬季水温的保守性), 则是氧极值存在的客观条件。福建中南部资料因进行观测的时间不同, 且各站仅有13个月的数据, 可能有一定的局限性, 今后尚需深入研究。

参 考 文 献

- (1) 郑重, 浮游生物学概论, 科学出版社, 1964.
- (2) 金德祥等, 中国海洋浮游硅藻类, 上海科学技术出版社, 1965.
- (3) 顾宏堪, 海洋学报, 2(1980), 2, 70—79.
- (4) Fiadeiro, M. and Strickland, J.D.H., *Journal of Marine Research*, 26(1968), 3, 187—207.
- (5) Stefánsson, U. and Richards, F.A., *Deep-Sea Res.*, 11(1964), 355—380.