

台湾海峡 1997 年 8 月至 1999 年 8 月份 海水光学衰减系数的分布特征^{*}

张彩云, 商少平, 胡建宇, 陈照章

(厦门大学海洋系, 福建 厦门 361005)

摘要:利用 1997~1999 年间 8 月份台湾海峡的实测资料, 分析了海水光学衰减系数的垂直分布类型、水平分布特征. 结果表明, 台湾海峡海水光学衰减系数的垂直分布类型主要分为 5 种, 大部分随深度而递增; 光学衰减系数等值线基本与岸线平行, 水平梯度自北向南、自近岸向外海递减, 近岸等值线密集, 而外海稀疏; 影响台湾海峡光学衰减系数的主要因素是悬浮物质(主要含浮游生物)和海流运动.

关键词:光学衰减系数; 垂直分布类型; 水平分布; 台湾海峡

中图分类号: P733.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8160(2001)01-0127-05

太阳光线进入海水后, 受到海水中悬浮颗粒、溶解物质和浮游生物等的影响而衰减. 光线在海水中的分布及其性质的变化对海水透明度的分布、海洋生物的繁殖与分布等有重要的影响, 而且海水的光学性质通常是研究水团分布、跃层位置、海洋流系等的重要资料. 海水光学衰减系数也可以说是海水清洁或浑浊程度的反映^[1]. 因此研究海水光学衰减系数的分布变化规律, 是很有意义的.

1 测量方法与测量范围

测量仪器采用 WET Labs 公司生产的 C-Star 透射率计, 该透射率计联结在美国 Seabird 公司的 SBE19 CTD 上, 可测量整个水柱的光学衰减系数^[2]. 从光源发出的光, 经准直发射系统后成为准直光束, 此光束在海水中经过光程 x 而衰减, 然后被光电系统接收, 测出透射率 T_r , 海水光学衰减系数 c (m^{-1}) 就可由下式进行计算:

$$c = -\frac{1}{x} \ln(T_r)$$

式中, T_r 是仪器实测的光束透射率; x 是仪器光源发出的平行光束透射海水的路程. 本测量仪器的发射波长为 480 532 或 660nm, 光程 x 为 25cm.

利用“延平 2 号”海洋调查船, 分别于 1997 年 8 月 11~20 日、1998 年 8 月 10~17 日、1999 年 8 月 12~18 日对台湾海峡进行了综合调查, 各航次调查站位详见图 1.

1997 年 8 月一共 20 个站, 主要位于台湾海峡南部. 1998 年 8 月共 16 个站, 1999 年 8 月共 22 个站, 这两年的站位基本覆盖整个台湾海峡.

* 收稿日期: 2000-07-03

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目(49636220); 福建省重点基金资助项目(98-Z-1-179)

作者简介: 张彩云(1972~), 女, 讲师.

2 海水光学衰减系数的垂直分布

影响海水光学衰减系数包括吸收和散射两过程. 吸收效应是海水中的溶解物质和悬浮微粒对光的直接吸收产生的. 散射效应则主要是由悬浮颗粒对光的散射使光束偏离原来路径而造成的光能损失. 光因在水中受到散射和吸收而衰减. 本文将联系同步测量的温度、叶绿素的垂直变化, 从中可看出大部分站位的光学衰减系数的垂直变化与其相近或相似.

台湾海峡海水光学衰减系数的垂直分布类型十分复杂, 大部分是随深度递增分布. 从其垂直分布趋势而言, 1997~1999 每年 8 月份的垂直分布可划分为 5 种类型, 每一种类型又可细分各种类型. 下面仅对几个主要类型的分布特征逐一详述.

2.1 递增型

此种类型为本海区的主要分布形式(图 2a). 若根据曲线垂直变化的缓急程度又可分为渐变和跃变两种情况, 如图 2a 的 和 所示. 跃变型的跃变位置一般在水深 20~40m 处, 跃变后, 底层衰减系数渐增, 最大可达 9.0m^{-1} , 本类型主要分布于福建近岸一侧(尤其在闽江口外), 个别站位还出现了双跃层或多跃层. 出现跃层的站位同时温、盐也出现跃变, 且其深度和厚度与温跃层的情况相似, 可能是由于温跃层处相应地存在海水密度跃层, 影响了悬浮物的沉降, 从而造成悬浮物浓度在该跃层上下形成不连续面而造成的^[3]. 渐变型主要分布在调查海区中部及台湾海峡东部海域, 光学衰减系数随深度增加而递增. 此两种递增型大约占总站位的 58%. 1984 年在台湾海峡中北部综合调查也发现类似现象^[3].

2.2 垂直均匀型

其特点是光学衰减系数在测量的深度范围内变化不大(图 2b), 水体比较清洁, 一般小于 0.8m^{-1} ; 在 8 月份的 58 个站中大约占 22%, 这些站主要分布在海峡的中部和台湾浅滩附近, 水深一般不大于 35m.

2.3 递减型

只在 1999 年 8 月海门-东山附近海域出现此种类型(图 2c), 其衰减系数随深度而递减, 变化范围在 $0.5\sim 1.5\text{m}^{-1}$ 之间. 此类型的垂直分布与温度和叶绿素的垂直分布趋势很相似. 可见, 这些站位的光学衰减系数主要受含浮游生物的悬浮颗粒的影响.

2.4 有极小值的分布

1998 年 8 月部分站位出现此种类型的分布(图 2d), 其特点是上层和下层海水比较浑浊, 中间水层较为清洁, 形成“浊-清-浊”的三层结构. 这些站位一般位于河口入海处附近, 如 T08 (24°37' N, 119°02' E) 和 T04 站 (25°52' N, 120°18' E), 同时联系叶绿素的垂直分布, 这种三层结构可能是由叶绿素浓度差异造成的, 大陆径流带来的悬浮颗粒可能对上层较大值也有贡献.

2.5 单峰型

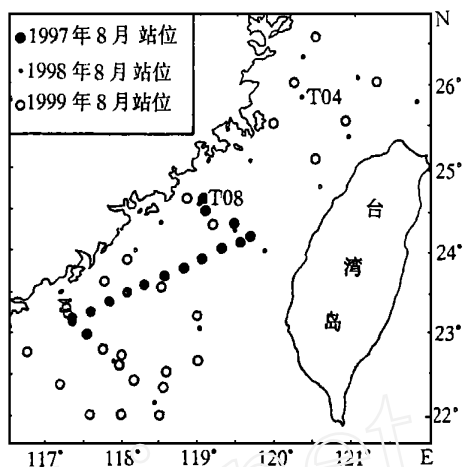


图 1 调查站位的分布

Fig. 1 Distribution of observed stations

峰值所在深度大多在 20~40m 之间(图 2e),最浅的在 12m 左右,峰区厚度约为 10~20m 左右.这一现象在南海其他海区也有发现^[1].出现此种类型的站位一般离陆地较远,而且峰值所在水层大多为温跃层位置,联系同时获得的叶绿素浓度数据来看,可以认为,这一峰值的出现主要由浮游生物所引起.分布曲线中峰值所在水层是浮游生物聚集较多的区域.在表层及近表层(大约厚度为 20m),光束衰减率随深度基本保持不变,而后逐渐增至峰值,随后逐渐减小,并在以下基本保持不变,但部分站位在近底层(如 所示)处表现出增大的趋势,可能是由于海水对海底沉积物的扰动作用和沉积物本身的扩散作用引起的^[4].

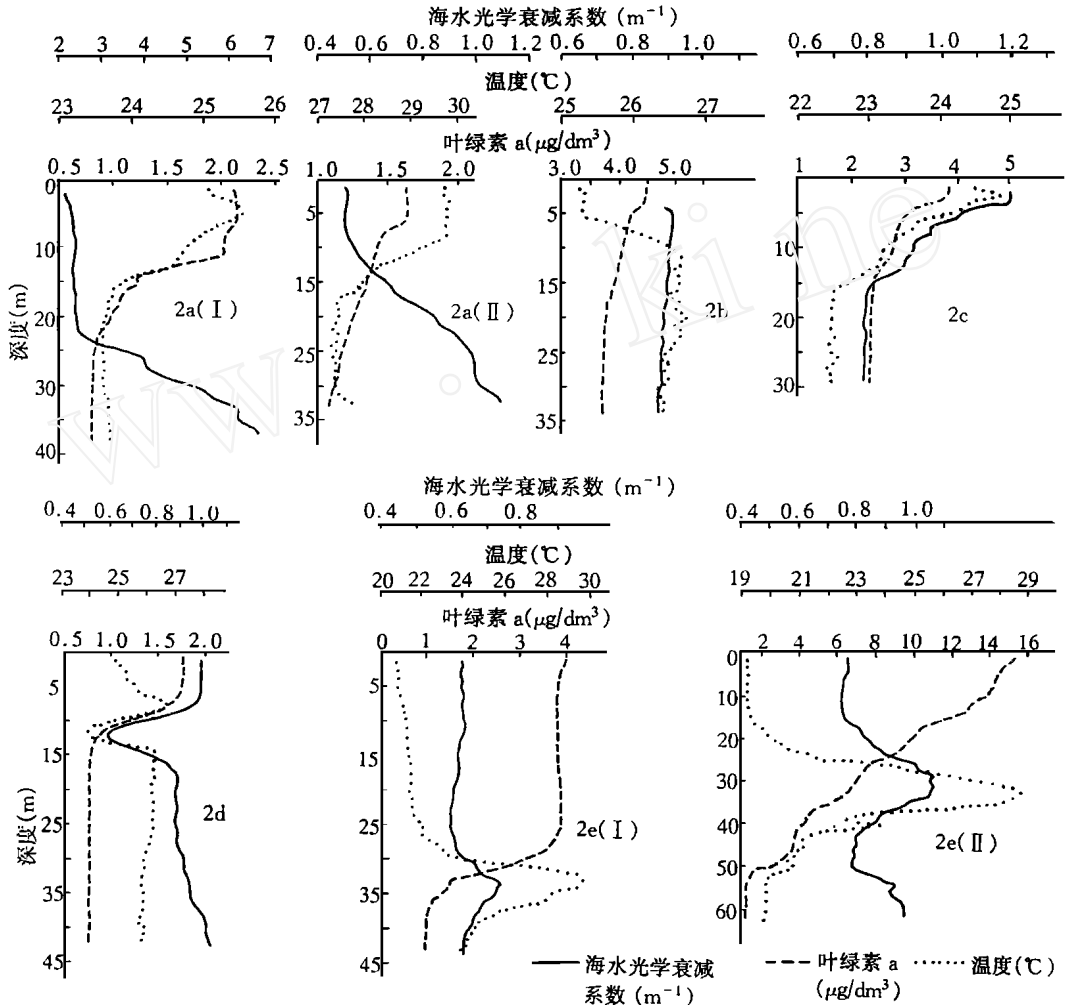


图 2 海水光学衰减系数的垂直分布

Fig. 2 Vertical distribution of beam attenuation coefficient

尽管大部分站位光学衰减系数的垂直分布与叶绿素的垂直变化趋势很相似,但部分站位却成反比关系,由于缺乏散射效应的测量,因此这些站点衰减系数分布的主要影响因素是悬浮颗粒的散射作用或浮游生物的吸收效应,需进行进一步的调查研究.

3 海水光学衰减系数的空间分布

图 3a、b 分别为 1998 年 8 月和 1999 年 8 月 5m 层海水光学衰减系数的平面分布。从图可看出,台湾海峡海水光学衰减系数等值线基本与岸线平行,略呈西南-东北走向。整个台湾海峡,自北到南,自近海到外海,光学衰减系数逐渐减小,海水逐渐清洁。沿岸衰减系数大,5m 层其值在 3.0m^{-1} 以内,30m 层可达到 6.0m^{-1} ,特别是海峡北部福建近岸海域。海峡中部海域水体较为清洁,衰减系数一般在 $0.5 \sim 1.0\text{m}^{-1}$,而东南部海域由于水深增大,衰减系数明显低于海峡北部,小于 0.5m^{-1} 。

台湾海峡光学衰减系数的分布明显出现沿岸大,等值线密集,外海小,等值线稀疏的特点。这与海峡的海流分布有密切关系。沿岸流携带大量泥沙,顺浙闽海岸流动,使得台湾海峡北部及福建沿岸光学衰减系数较大。夏季,高温高盐透明度大的南海水由海峡东南沿台湾岛西岸的澎湖水道北上进入海峡,在西南风的作用下,向北扩展,使得台湾海峡东南部及中部光学衰减系数小,且分布较均匀。

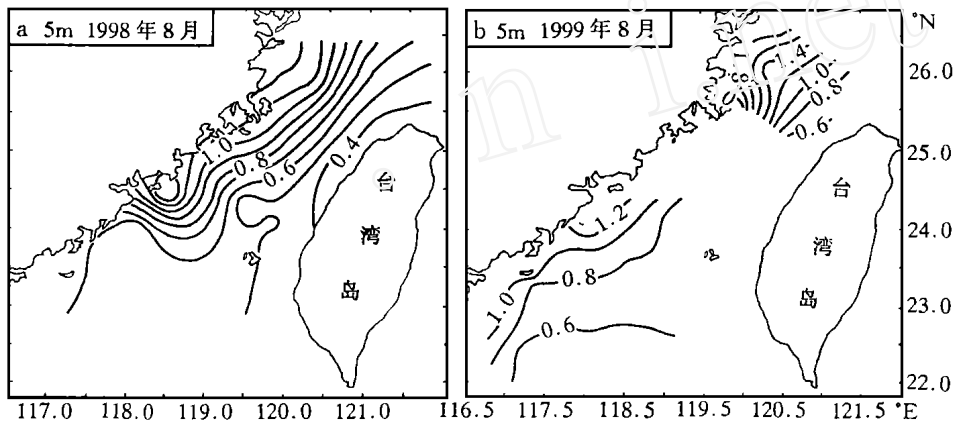


图 3 1998(a)和 1999 年(b)的 8 月海水光学衰减系数的平面分布

Fig. 3 Horizontal distribution of beam attenuation coefficient in Aug. 1998(a) and 1999(b)

沿岸与外海的光学衰减系数差异较大,还可能是入海径流带来的泥沙的影响。近岸潮汐、波浪和流的作用明显,由它们引起的混合常常能到达海底,使得已有的悬浮物难以沉淀,有的还把海水搅混。上下层海水间的混合,使下面富含营养盐类的海水不断上升,入海径流带来大量的泥沙,使海水浑浊,同时也带来大量的营养盐,有利于生物生长。由于这些原因,使得受浮游生物和悬浮颗粒影响的光学衰减系数近岸明显比外海大得多。

4 小结

(1) 1997 ~ 1999 年 8 月份台湾海峡海水光学衰减系数的垂直变化主要是随深度递增分布,最大值一般出现在底层。垂直分布主要可分为五种类型:递增型、垂直均匀型、递减型、有极小值、单峰型;

(2) 台湾海峡海水光学衰减系数等值线基本与岸线平行,略呈西南-东北走向。衰减系数的水平梯度自北向南、自近岸向外海递减,近岸等值线密集,而外海稀疏;

(3) 影响台湾海峡海水光学衰减系数分布的主要因素是悬浮物质(主要含浮游生物)和海流运动。

李虹、梁红星、潘伟然等提供台湾海峡实测数据,谨此致谢。

参考文献:

- [1] 中国科学院南沙综合考察队. 南沙群岛及其邻近海区综合调查研究报告(一)(下卷)[M]. 北京:科学出版社,1989. 424~434.
- [2] Star C. Transmissometer User's Guide. WET Labs, Inc. 1996. 1~2.
- [3] 福建海洋研究所. 台湾海峡中、北部海洋综合调查研究报告[M]. 北京:科学出版社,1988. 189~199.
- [4] 张学斌,胡建宇,张彩云,等. 1997 年 8 月台湾浅滩南部边缘海域主要光学要素的多周日变化分析[J]. 海洋科学,2000,24(3):44~48.

Distribution of beam attenuation coefficient in Taiwan Strait in August 1997 ~ 1999

ZHANG Cai-yun, SHANG Shao-ping, HU Jian-yu, CHEN Zhao-zhang
(Department of Oceanography, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: The distributions of beam attenuation coefficient (BAT) in Taiwan Strait have been analyzed by using the data collected in August of 1997 ~ 1999. The results show that: (1) The vertical distribution of the BAT can be classified as five main types, while the BAT mostly increases with depth. (2) The BAT contours nearly parallel to the coastal line. Specifically, the BAT decreases both from the north to south and from the coast to the open sea. (3) The main influence factor for the BAT distribution may be the concentration of suspended matter and the current in Taiwan Strait.

Key words: beam attenuation coefficient; distribution; Taiwan Strait