

南海pH值的年际变化及其与温、盐的关系

柯 东 胜

(国家海洋局南海分局, 广州)

利用1975~1984年南海北部10年断面调查资料, 分析了南海pH值的年际变化及其与温、盐的关系, 研究结果表明: 在10年的变化过程中, 以1980、1984年pH值较高, 而以1981、1982、1983年较低, 其年际变化的特点表现为大致具有3~4年的周期性, 并随温、盐的年际变化而变化, pH值的这一变化可能是由于海水温度对浮游植物的光合作用过程所致。

海水的pH值反映了海水的酸碱性质, 它不仅是研究海洋二氧化碳系统的一个重要参数, 而且对研究海洋和沿岸环流的循环过程, 海洋生物活动和其它地球化学过程等方面都起着重要的作用。近年来, 国内外学者对海水pH的分布及其变化过程也作过一些研究^[1~4], 但似乎对其年际变化的单一过程则研究较少, 至今仍未见报道。本文根据1975~1984年南海北部断面调查资料, 追踪分析连续10年来南海pH年际变化状况, 并着重讨论了在年际变化过程中与温、盐等海洋水文要素的关系。

一、资料处理与年际等pH线的确定

所有的调查资料均按海洋调查规范^[5]进行整理和计算, 并对10年资料的原始值进行了全面的审核, 剔除了少数异常值。各层平均值的计算, 采用算术平均法处理。距平值采用5点滑动平均计算, 然后绘出距平演变曲线图。

南海pH的时空分布表明, 一般表层(0~10m)稍高(>8.20), 底层稍低(8.00~8.10)。这与表层植物光合作用较强, pH较高, 底层因有机质分解使pH降低有关。根据pH在表层、底层年平均和10年平均图上的分布状况, 以图1、图2分别表示表、底层pH的年际变化关系。很明显, 在表、底层年际变化图上, 等pH线愈南的年份, 该年的pH值愈大, 反之, 等pH线愈北, 该年的pH值愈小。

二、各层pH年际变化分析

图1给出了表层海水pH的年际变化状况, 由于1981、1982、1983年的pH年平均及10年平均值均小于8.20, 因此图上没有这几年的等pH线, 这就是说, 1981、1982、1983年为10年中pH较低的年份。而图1中出现的6年等pH线也大多集中于近海, 只有1980年和1983年的等pH线较为偏南, 可以认为是10年中pH较高的年份。

收稿日期: 1989年8月18日; 收修改稿日期: 1989年10月10日。

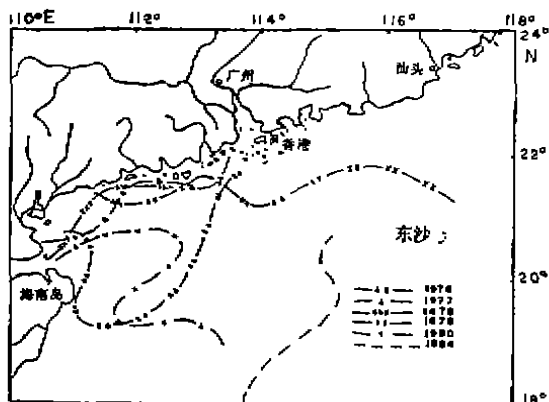


图1 表层pH年平均为8.20等值线的年际变化
(1975~1984年)

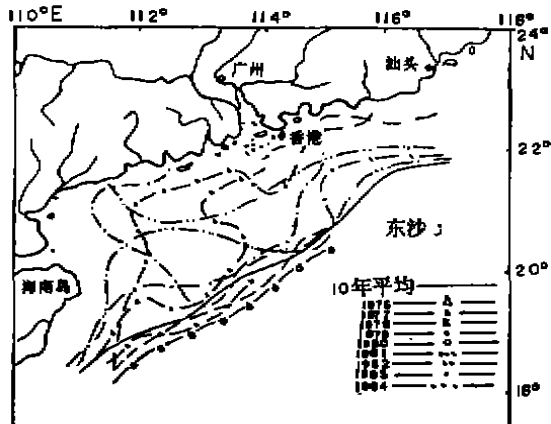


图2 底层pH值年平均为8.10等值线的年际变化
(1975~1984年)

表层pH较高的1980年,其年变化表明,该年的10~12月的表层pH稍低些,除在沿岸或外海出现一些pH偏高(>8.20)和偏低区(<8.00)外,大部分海域pH都在8.10以上,而1~9,几乎整个海区都在8.30以上,尤其是珠江口以东的局部区域则达8.40以上。1984年表层pH的年变化表明,pH稍低的2月,除在沿岸和外海出现一些小于8.10的闭合区及水舌外,一般都在8.10以上。而4月和12月则为该年pH最高的月份,4月份表层一般在8.20以上,位于 $11^{\circ}\sim 115^{\circ}\text{E}$ 、 $17^{\circ}30'\sim 21^{\circ}\text{N}$ 有一范围较大的pH为8.50以上的高封闭区,而且表层的这一高pH水一直下沉到500m,这可能与该区域是浮游植物的高值区和鱼群的集合区,以及水温较低(18°C 左右)有关。

表层pH较低的1981、1982、1983年,其年变化表明,8月份均为3年中最低的月份,这可能与8月份的气温升至全年最高,而陆地降雨量达全年最多有关。1982、1983年的8月份pH更低。1982年8月,整个海区pH在8.00左右,1983年8月,珠江口以东在8.00以下,珠江口以西的湛江港至海南岛沿岸pH则降至7.90以下,其余海区也仅在8.00左右。上述三年中的其余月份pH也大都在8.10左右。同期的资料表明,1982、1983年的温、盐及溶解氧等也明显偏低。作者认为这一综合现象可能与1982~1983年出现的本世纪以来最强的埃尔尼诺现象有关。

图2给出了底层海水pH的年际变化状况,由图可见,1977、1980、1984年的等pH线位于10年平均线以南,约100m等深线以外,为10年来南海底层pH较高的年份。而1978、1981、1982、1983年的等pH线则位于10年平均线的最北面,即沿岸海域,为10年来南海底层pH较低的年份。余下各年的等pH线则介于上述高、低pH年之间,大约在50~100m等深线内波动。这一情况表明,南海底层pH的年际变化基本与表层相似,故此不多赘述。

三、距平年际变化分析

为准确反映10年来南海pH的年际变化关系,我们对10年pH值的距平值作了计算,并在此基础上绘制了1975~1984年pH值距平年际变化曲线(图3)。10年中,1980、1984年处

于明显的正距平, 表明这2年为南海表层pH较高年。而1981、1982、1983年基本上处于负距平, 且又以1982、1983年负距平最大, 说明这几年为南海表层pH较低。

由图3可见, 南海pH的多年变幅有如下规律: 大约在3~4年左右出现一次较大的抬升或下降过程。pH的第一次抬升期于1975年9月开始, 至1976年10、11月达最大(约+0.07); 第二次抬升期于1979年3月开始, 到1980年6~8月达最大(约+0.1); 第三次抬升期

于1982年10月出现, 到1984年12月达最大(约+0.1)。出现的三次下降过程分别是: 从1977年1月出现到1978年11月负距平达最大(-0.1, 而实际上为最小), 为第一次下降过程; 第二次下降过程从1980年12月出现至1982年2月, 负距平最大(约-0.09); 第三次下降过程于1983年4月出现至当年9月, 负距平最大(约-0.1)。

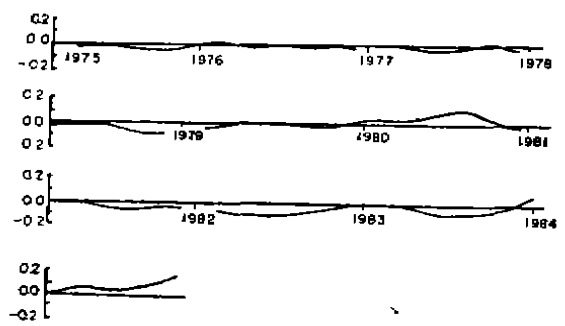


图3 表层pH距平演变曲线(1975~1984年)

四、pH与温、盐的关系

总的说来, 海水pH变化主要受控于海水碳酸盐体系的解离平衡, 并受海水地球化学和生物过程的影响, 各种因素对pH的效应有时相互叠加, 有时相互抵消。通常, pH的一般表达式如下:

$$\text{pH} = \text{p}k_1' - \log[\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3] \quad (1)$$

$$\text{pH} = \text{p}k_2' - \log[\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}] \quad (2)$$

式中的 k_1' 、 k_2' 是碳酸的第一级和第二级表观离解常数, 它们是海水温度、盐度和压力的函数。因此, 这些物理因素对海水pH的变化将起主要作用。同时, pH的大小与 $\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3$ 和 $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$ 的比值有关, 即与二氧化碳各分量之间的比值有关。由此可见, 海水pH的实际水平不仅与海水温度、盐度、压力及海—气交换等物理化学过程有关; 而且凡是能够改变碳酸盐相对浓度的化学过程都将对海水pH产生影响。

众多的研究表明, 在近海调查中, 压力对pH的影响一般可以忽略。由此可以认为, 在物理因素中, 海水温、盐度在决定海水pH的水平分布状况方面具有较大的实际意义, 而我们又认为前者比后者显得更为重要些。因为盐度只在降水和径流量大的夏季, 近岸河口区以及陆架的表层才对pH产生明显的效应, 因此, 在物理因素中, 海水温度在决定海水pH的水平分布状况方面无疑具有重要意义。图4、图5给出了1975~1984年温、盐度年际距平演变曲线, 与图1比较, 其年际变化趋势基本一致, 即pH随温、盐度的年际变化而变化, 由此看来, pH与温、盐度的关系是相当密切的。但是, 根据式(1)和式(2)的理论解释, 若单从温、盐度对碳酸盐解离常数的影响考虑, pH同海水中温度、盐度应该呈相反的变化关系, 也就是说, 海水中pH的分布形式应该表现出与温度、盐度相反的变化趋势。而实际上, 由于温度对海水pH的作用往往通过它对浮游生物生长周期的支配作用表现出来。例如从春季开始的升温过程有利于海洋浮游植物的光合作用, 在这过程中, 海洋浮游植物吸收利用海水

中的游离 CO_2 ，同时海水中 CO_3^{2-} 浓度相对地升高，于是导致海水pH升高。值得指出的是，海水温度升高也会加快有机物的分解过程，而这一过程对pH影响与光合作用相反。我们认为，在南海北部海区，温度对pH的影响主要是通过生化过程表现出来，很明显，表层海水温度高，海洋浮游植物的光合作用强，海水pH值也高；表层以下海水温度低，光合作用弱， CO_2 的产生大于消耗，海水pH就低。其年际变化的表现亦如此，温、盐度偏高的年份，海水pH值也相应偏高，反之亦然。由于盐度相对于温度是一个更为保守的因素，它与pH的关系远不及温度与pH的关系明显，这对于开阔性的南海北部海域来说，除在近岸河口和陆架区的表层以外，可以认为，在大多数的情况下，pH是独立于盐度而存在的另一种保守因素。

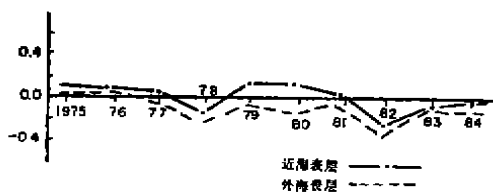


图4 表层水温年际距平曲线 (1975~1984年)

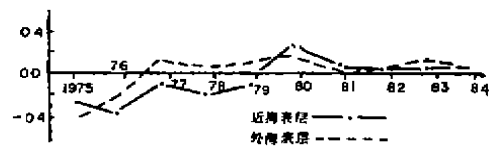


图5 表层盐度年际距平曲线 (1975~1984年)

五、小 结

1. 南海pH在10年的变化过程中，表、底层均以1980、1984年较高，而以1981、1982、1983年较低。其多年变化一般有如下规律：即约在3~4年左右出现一次较大的抬升或下降过程。而这一变化周期与作者同时进行的另一种海水化学要素的研究，即溶解氧的年际变化周期相一致。说明pH与溶解氧之间亦存在密切关系。

2. 南海pH年际变化与温、盐的年际变化趋势相一致，即温、盐度偏高的年份，海水pH值也偏高，反之亦然。作者认为，这一现象是由于温度对海水中浮游植物的光合作用的影响所致。

参 考 文 献

- (1) Mehrbach, C. et al., 1973, *Limnol. Oceanogr.*, 18, 897.
- (2) Buch, K., and Gripenberg, S., 1972, *J. Con. Int. Explor. Mar.*, 7, 233.
- (3) 隋永年等, 1986, 山东海洋学院学报, 16, 1, 146~159.
- (4) 李福荣等, 1988, 海洋湖沼通报, 4, 33~38.
- (5) 国家海洋局, 1977, 海洋调查规范.

ANNUAL VARIATION OF pH IN RELATION WITH TEMPERATURE AND SANILITY IN SOUTH CHINA SEA

Ke Dongsheng

(*South China Sea Branch, SOA, Guangzhou*)

ABSTRACT

This paper analyses the annual variation of pH of 10 years in the South China Sea, on the basis of section-investigated data from 1975 through 1984 in the area. Higher pH values appeared in 1980 and 1984 and lower pH values in 1981, 1982 and 1983. The variation cycle of pH values is 3-4 years and may change with the annual variation of the temperature and salinity, which is probably caused by the effects of seawater temperature on the course of photosynthesis of phytoplankton.