

大鹏湾赤潮多发区的叶绿素 a 分布 与环境关系初探*

黄良民

(中国科学院南海海洋研究所, 广州 510301)

钱宏林 李锦蓉

(国家海洋局南海分局, 广州 510300)

提要 根据 1990—1991 年大鹏湾盐田海域 4 个测站的观测资料分析结果表明, 大鹏湾赤潮多发区海水中叶绿素 a 含量的测值范围为 $0.06\text{--}8.28\text{mg}/\text{m}^3$, 平均为 $1.33\text{mg}/\text{m}^3$ 。季节平均值以春、秋季较高, 夏、冬季较低; 表层的叶绿素 a 含量稍高于底层。采用多元逐步回归分析得知, 影响叶绿素 a 含量变化的主要因子是 Fe , COD , S , 其次是 DO , t , Tb ; 此外, Mn , $\text{Si}(\text{OH})_4$, PO_4 , NO_2 与叶绿素 a 含量变化也有较好的相关性。对叶绿素 a 的分布变化与各种无机要素和赤潮之间的关系提出综合的相关模式, 可为进一步研究海湾生态和探索赤潮预测预报途径提供参考。

关键词 叶绿素 a 周年变化 环境因子 大鹏湾

赤潮——目前已被列为全球性海洋灾害之一。我国沿海由于陆源污染等原因, 发生赤潮的次数日益增多(梁松等, 1991)。大鹏湾位于珠江口东北部, 毗连深圳、香港, 是一个半封闭港湾, 近年来经常有赤潮发生。盐田附近海域则为赤潮多发区, 1990—1991 年有资料报道的就曾发生过 10 多次赤潮, 这是值得重视的问题。为了研究赤潮发生的原因和机理, 探索赤潮的预报途径, 本文根据实测资料, 着重分析大鹏湾赤潮多发区叶绿素 a 与赤潮或环境因子的关系, 为加强赤潮防治提供基础资料。

1 材料与方 法

1990 年 3 月—1991 年 8 月, 在大鹏湾盐田海域共设 4 个定点测站(见图 1), 分表、底层每月进行 2 次采样调查, 赤潮多发期(春季)则每 3d 采样一次。按联合国教科文组织推荐的分光光度法进行叶绿素分析、测定(SCOR-UNESCO, 1966), 并根据 Jeffrey 等(1975)提出的公式计算其含量。其它环境参数取自同步观测的资料。采用多元逐步回归法通过电子计算机模拟, 建立叶绿素 a 与环境因子之间的相关模式。

2 结果与讨论

2.1 叶绿素 a 的周年变化 由图 2—图 4 可以看出, 大鹏湾盐田海域叶绿素 a 含量的

* 国家自然科学基金资助, 9389008。

收稿日期: 1993 年 7 月 22 日, 接受日期: 1993 年 11 月 27 日。

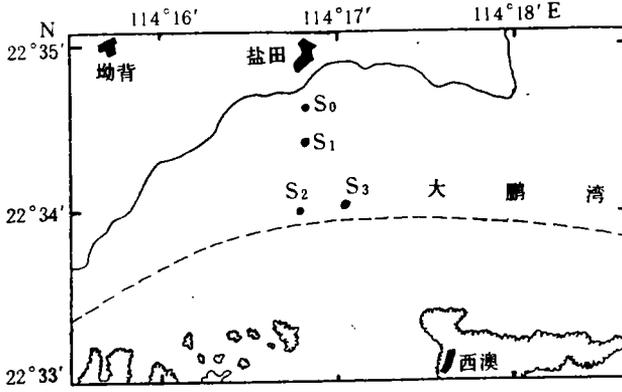


图 1 测站示意图

Fig. 1 Sampling locations in Dapeng Bay

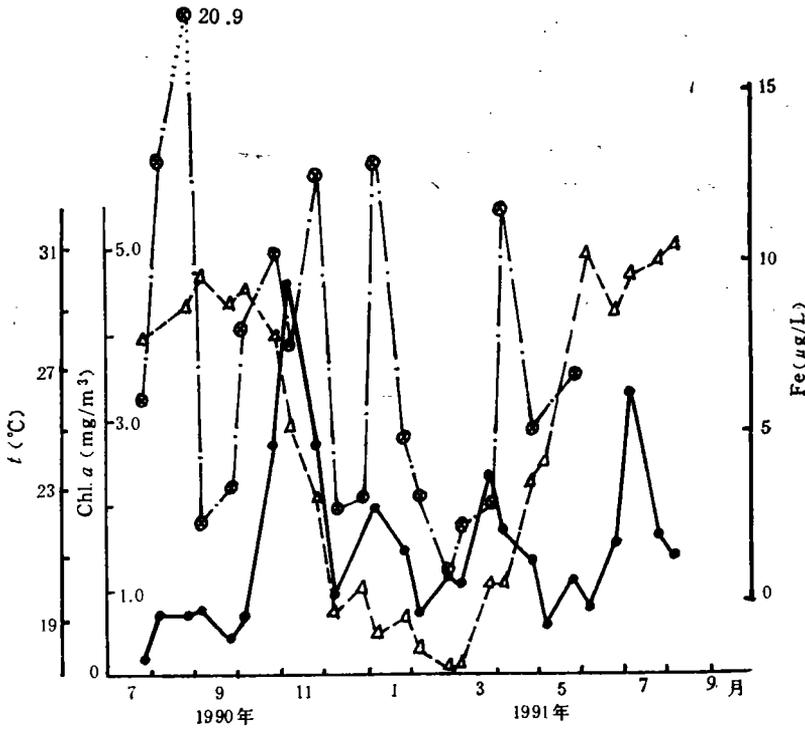


图 2 S₀ 站表层叶绿素 a 及其些环境参数的月变化

Fig. 2 Monthly variations of chlorophyll a and some environmental parameters of the surface waters at station S₀ in Dapeng Bay

—●— Chl.a; ⊗—⊗ Fe; △—△ t.

周年变化: S₀ 站表层呈多峰曲线特点,以 11 月 5 日为最高值 (4.5mg/m³); 另有 3 个次高峰,分别在 7 月 5 日、3 月 23 日和 1 月 5 日(见图 2), 测值在 2.0mg/m³ 以上。S₁ 站表层的叶绿素 a 含量是在 1991 年 3 月 23 日达全年最高值 (8.28mg/m³), 1990 年 11 月出现次高峰 (5.07mg/m³), 与 Fe 浓度出现高值的时间相一致, 叶绿素 a 的周年变化曲线与

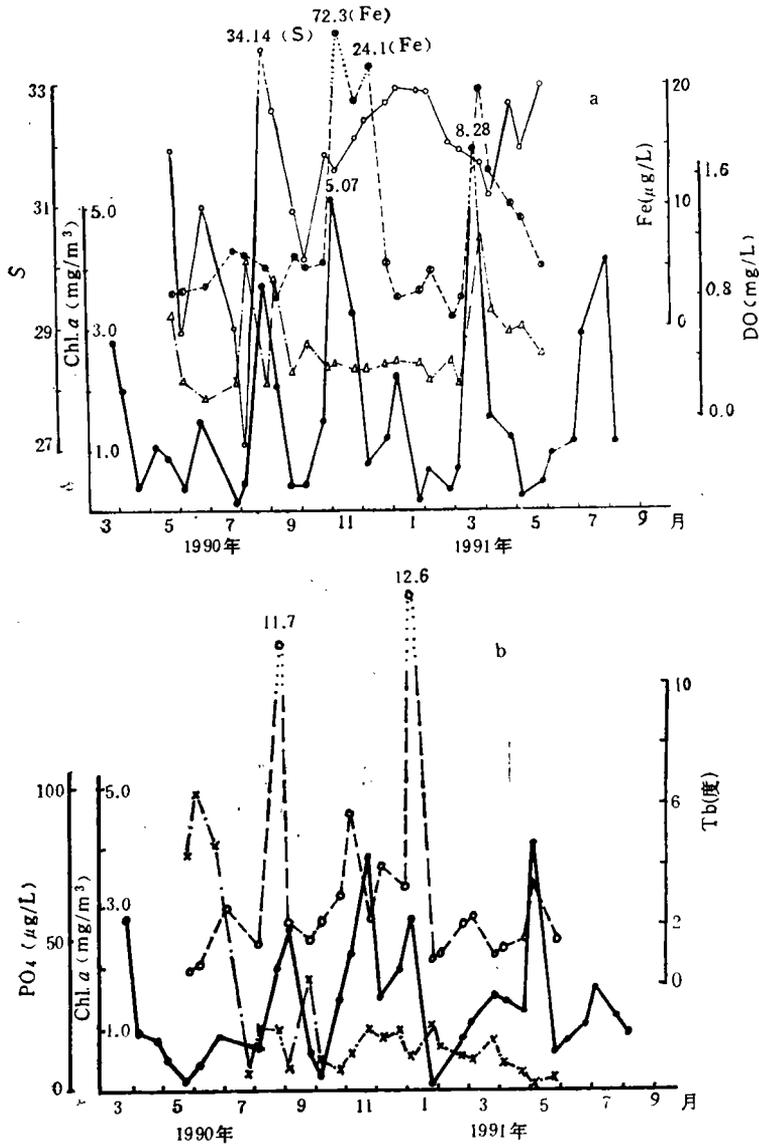


图 3 S₁ 站叶绿素 *a* 及某些环境参数的月变化

Fig. 3 Monthly variations of chlorophyll *a* and some factors at station S₁ in Dapeng Bay

a. 表层; b. 底层。 ·——·Chl. *a*; ⊗——⊗Fe; △——△COD; ○——○S;
 ○——○Tb; ×——×PO₄.

S₀ 站有所不同 (图 3a); S₁ 站底层叶绿素 *a* 最大含量在 1991 年 5 月 5 日和 11 月 23 日 (为 4.0mg/m³ 左右)。S₂ 站表层出现高值时间与 S₁ 站底层的基本相同, 但实测值最高 (> 4.0mg/m³), 次高峰在 3 月 23 日和 12 月 23 日。S₂ 站底层的峰值期与前面所述略有不同, 1990 年 8 月底及 11 月份的测值相近, 为 3.1mg/m³ 左右, 次高峰是在 3 月底 (图 4)。

从图 2—图 4 可以看出, 不同站位和层次叶绿素 *a* 的变化曲线略有差别, 但变化趋势基

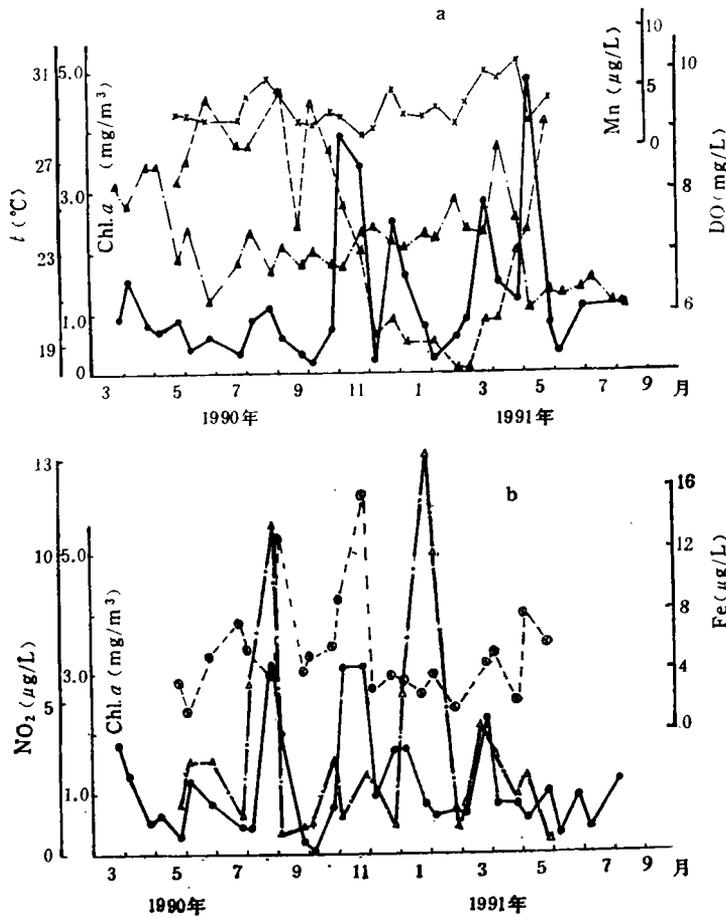


图4 S₂站叶绿素 *a* 及某些环境参数的月变化

Fig. 4 Monthly variations of chlorophyll *a* and some factors at station S₂ in Dapeng Bay

a. 表层; b. 底层. — Chl. *a*; ▲—DO; △—*t*; ×—Mn;
⊗—Fe; △—NO₂.

本一致, 高数值一般都在 11 月、5 月和 3 月, 最高含量可达 8.28 mg/m³ (3 月 23 日), 其它测值范围为 0.06—5.07 mg/m³, 平均为 1.33 mg/m³。叶绿素 *a* 含量较低与外海水的涌入有关。表层的含量比底层的稍高, 但差别不大, 平均差值小于 0.2 mg/m³ (表 1)。各站之间的差值也在 0.2 mg/m³ 以内, 这与测站之间距离较近, 环境条件变化较小有关。从季节变化看来, 该海区叶绿素 *a* 含量以春、秋季较高, 夏、冬季较低。春季该海区常有赤潮发生, 浮游植物数量增大, 因而叶绿素 *a* 含量升高。但与其它海湾比较 (表 2), 盐田海域的叶绿素 *a* 测值仅高于渤海湾和泰国湾 (吕培顶等, 1984; Lursinsap et al., 1974), 明显低于吐露港、厦门湾、大亚湾等海区 (陈世敬等, 1983; 黄良民, 1989; Chan et al., 1987; Huang et al., 1989), 认为与不同海区浮游植物种类组成及其细胞大小有关。盐田海域的浮游植物主要是某些个体较小或色素含量较低的赤潮种类, 如夜光藻 (*Noctiluca scintillans*)、骨条藻 (*Skeletonema costatum*)、海洋褐胞藻 (*Chattonella marina*)、反曲原甲藻 (*Prorocentrum sigmoides*)、细弱海链藻 (*Thalassiosira subtilis*)、多纹膝沟藻

表 1 盐田海域各项要素的测值

Tab. 1 Measuring values of various factors near Yantian waters in Dapeng Bay

要素	S ₀ 站 表层	S ₁ 站		S ₂ 站	
		表层	底层	表层	底层
Chl. <i>a</i> (mg/m ³)	1.34	1.54	1.34	1.30	1.15
<i>t</i> (°C)	23.47	23.91	23.58	23.86	23.21
S	31.64	31.67	32.11	31.87	32.15
DO (mg/L)	7.02	7.06	6.78	7.07	6.82
NO ₂ (μg/L)	7.82	4.84	3.35	4.13	3.37
NO ₃ (μg/L)	41.37	17.87	11.63	11.41	8.36
Si(OH) ₄ (μg/L)	666.71	733.67	579.67	516.96	546.83
PO ₄ (μg/L)	15.36	22.20	21.78	18.33	20.15
T _b (度)	2.82	2.84	2.83	1.39	1.96
COD (mg/L)	0.45	0.46	0.45	0.36	0.30
Fe (μg/L)	7.35	9.88	7.09	5.45	5.12
Mn (μg/L)	6.24	5.38	3.08	3.33	2.82

表 2 与某些海区比较

Tab. 2 Comparison on between Chlorophyll *a* values near Yantian waters in Dapeng Bay and other bays

海区	Chl. <i>a</i> (mg/m ³)		文 献
	范围	平均	
盐田	0.06—8.28	1.33	本文
大亚湾	0.18—10.23	2.03	黄良民(1989), Huang 等(1989)
珠江口	1.17—14.20	3.68	黄良民(1992)
吐露港	1.20—17.13	7.2	Chan 等(1987)
东山湾	0.73—4.70	2.57	张钊等(1985)
厦门港	1.02—27.7	4.55	陈世敢等(1983)
渤海湾	0.5—2.1	0.91	吕培顶等(1984)
泰国湾	0.4—0.8		Lursinsap 等(1974)

(*Gonyaulax polygramma*) 和海洋原甲藻 (*Prorocentrum micans*) 等¹⁾。

2.2 与环境关系

根据 1990 年 5 月—1991 年 5 月每月 2 次观测的资料, 取 11 个因子作变量, 采用多元逐步回归方法进行分析, 得出 S₀ 站表层及 S₁, S₂ 站表、底层叶绿素 *a* 与某些环境因子之间的相关模式(表 3)。结果表明, 除 S₀ 站表层多元一次逐步回归模式的相关性不显著 ($P > 0.05$)、S₁ 站底层多元一次逐步回归相关性较显著 ($P < 0.05$) 外, 其余都达高度显著水平, r 值大于 0.6 ($P < 0.01$)。经逐步筛选, 除 NO₂-N 外, 有 10 个因子被引入模式, 分别如表 3、表 4。各因子如下: Chl. *a* 为叶绿素 *a* 含量 (mg/m³); S 为海水盐度; t 为海水温度 (°C); DO 为溶解氧浓度 (mg/L); T_b 为浊度(度); COD 为化学耗氧量 (mg/L); NO₂-N 为亚硝酸盐浓度 (μg/L); PO₄ 为磷酸盐浓度 (μg/L); Si(OH)₄ 为活性硅酸盐浓度 (μg/L); Fe 为海水中铁的含量 (μg/L); Mn 为海水中锰的含量 (μg/L)。

1) 大鹏湾 1990—1991 发生赤潮分析, 海洋信息, 1991, 10。

表 3 多元逐步回归模式

Tab. 3 Equations obtained with multinomial stepwise regression in Dapeng Bay

站号	层次	回 归 模 式	<i>n</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
S ₀	表层	$\text{Chl.}a = 1.224 + 0.025 \text{NO}_2$	21	0.213	>0.05
		$\text{Chl.}a = 2.355 - 0.034\text{Fe}^2 - 0.015\tau \cdot \text{DO} + 0.027S \cdot \text{Fe} + 0.0016 \text{Si}(\text{OH})_4 \cdot \text{COD} - 6.7 \times 10^{-4}S \cdot \text{Si}(\text{OH})_4 - 0.039\text{DO} \cdot \text{Fe} + 0.0073\text{PO}_4 \cdot \text{Fe}$	21	0.804	<0.01
S ₁	表层	$\text{Chl.}a = -14.712 + 0.460S + 2.179\text{COD} + 0.068 \text{Fe}$	24	0.741	<0.01
		$\text{Chl.}a = -11.589 + 0.017\tau \cdot \text{DO} + 0.009S^2 + 0.216\text{COD} \cdot \text{Fe}$	24	0.884	<0.01
	底层	$\text{Chl.}a = 1.765 - 0.001 \text{Si}(\text{OH})_4 + 0.057\text{Fe}$	24	0.446	<0.05
		$\text{Chl.}a = 2.516 + 0.009\tau \cdot \text{Tb} - 0.816\text{Tb} \cdot \text{COD} + 0.028\text{Tb} \cdot \text{Fe} - 0.054\text{DO}^2 + 1.73 \times 10^{-4}S \cdot \text{Si}(\text{OH})_4 - 6.68 \times 10^{-6}\text{Si}(\text{OH})_4^2 + 0.0025\text{Si}(\text{OH})_4 \cdot \text{COD}$	24	0.742	<0.01
S ₂	表层	$\text{Chl.}a = 31.538 - 0.254\tau - 0.256S - 2.518\text{DO} + 2.472\text{COD} + 0.267\text{Mn}$	24	0.804	<0.01
		$\text{Chl.}a = 0.366 - 4.633\text{COD}^2 + 1.131\text{COD} \cdot \text{Fe} - 0.052\text{Fe} \cdot \text{Mn} + 0.049\text{Mn}^2$	24	0.827	<0.01
	底层	$\text{Chl.}a = -12.410 + 0.400S + 0.137\text{Fe}$	24	0.623	<0.01
		$\text{Chl.}a = 0.414 + 0.067\text{NO}_2 \cdot \text{Tb} + 0.009\text{Fe}^2$	24	0.668	<0.01

各因子对叶绿素 *a* 含量变化的影响程度不同, 被引入模式的次数和回归系数的大小差别较大(表 3)。同时, 根据各回归项的 *F* 值还可检验某因子对模式的贡献大小(表 4)。例如, S₀ 站表层的 2 次回归模式中, *F* 值以 (Fe)² 项最大, 为 17.76; 其次 S*Fe 项为 8.95, 排第三位的是 PO₄*Fe, 可见前 3 项均有 Fe (铁)。这表明 Fe 对该模式的贡献最大; 也就是说, 在 S₀ 站表层海水中 Fe 浓度是影响叶绿素 *a* 的最重要因子之一, 其余因子依此类推。分析结果可知, 其主、次因子, 若按 *F* 值大小次序为 Fe—COD—S—DO—*τ*—Mn—Tb—Si(OH)₄—NO₂, PO₄; 而按出现相关次数排列则为 Fe—COD—S—DO, *τ*, Tb, Si(OH)₄—Mn—NO₂, PO₄。此外, 由表 3、表 4 还可以看出, 不少因子在模式中并非独立起作用, 而是伴有其它因子共同起作用, 如 Fe 同时又与 S 或 PO₄ 等同时出现, 统计学上叫交互作用。这反映出海水中环境条件错综复杂, 各种生物包括浮游植物的生长繁殖受环境的影响是多方面的, 不但与无机环境有关, 与生物要素(如浮游动物摄食、种群演替及种间竞争等)也有密切关系。

综合各有关因子, 由上可看出, 大鹏湾盐田海域影响叶绿素 *a* 的主要因子有: Fe, COD, S; 其次是 DO, *τ*, Tb; 此外, Mn, Si(OH)₄, PO₄, NO₂ 等因子与叶绿素 *a* 之间也有较好的相关性。

在一定范围内, 海水中铁浓度增加, 可促进浮游植物细胞内色素的形成, 增强光合作用速率, 使浮游植物的生长加快。在赤潮生物培养液中加入铁、锰溶液时, 发现硅藻(骨条藻)的生长提高 40%。中村泰男等(1983)指出, 赤潮生物(*Chattonella antiqua*) 增殖需

表 4 各因子的相关性

Tab. 4 Correlations between chlorophyll *a* and various factors in Dapeng Bay

站号	层次	相 关 因 子	<i>F</i> 值	显著性
<i>S</i> ₀	表层	$PO_4 \cdot Fe$	7.17	**
		Fe^2	17.76	**
		$z \cdot DO$	5.74	**
		$Si(OH)_4 \cdot COD$	4.86	**
		$S \cdot Si(OH)_4$	6.26	**
		$S \cdot Fe$	8.95	**
<i>S</i> ₁	表层	<i>S</i>	5.26	**
		COD	9.52	**
		Fe	12.10	**
		$z \cdot DO$	4.08	**
		S^2	13.05	**
		$COD \cdot Fe$	62.62	**
	底层	$Si(OH)_4$	2.95	*
		Fe	2.65	*
		$z \cdot Tb$	4.07	**
		$Tb \cdot COD$	5.88	**
		$Tb \cdot Fe$	6.98	**
		DO^2	2.38	*
	$Si(OH)_4^2$	3.04	*	
<i>S</i> ₂	表层	<i>z</i>	17.34	**
		<i>S</i>	2.65	*
		DO	27.15	**
		COD	11.95	**
		Mn	3.82	**
		COD^2	21.94	**
		$COD \cdot Fe$	38.64	**
		$Fe \cdot Mn$	8.44	**
	Mn^2	11.05	**	
	底层	<i>S</i>	6.63	**
		Fe	8.70	**
		$NO_2 \cdot Tb$	7.68	**
		Fe^2	12.24	**

* 相关性较显著; ** 相关性非常显著。

要 Fe^{3+} , 其饱和浓度为 $1\mu\text{mol/L}$ 。而 Iwasaki (1971) 则认为, Fe^{3+} 和 Mn^{2+} 的浓度分别为 5 和 $16\mu\text{mol/L}$ 时最适宜于 *C. antiqua* 的生长¹⁾。在濑户内海播磨滩水域溶解铁和总铁的浓度通常为 $0.04-0.1\mu\text{mol/L}$ 和 $0.7-1.4\mu\text{mol/L}$ 时, 经常发生褐胞藻 (*Chattonella*) 赤潮; 通过研究, 发现 *C. antiqua* 和 *Heterosigma akashiwo* 细胞具有吸收铁等微量元素的特殊细胞构造 (Okaichi et al., 1989)。大鹏湾 1990—1991 年曾发生 11 次赤潮, 除夜光藻、骨条藻、窄隙角刺藻 (*Chaetoceros affinis*)、细弱海链藻等种类外, 1991 年 3 月 20—21 日在盐田海域发生过海洋褐胞藻赤潮 (齐雨藻等, 1991), 其最高浓度达

1) 国家海洋局科技司、海洋信息中心, 1990, 赤潮——全球性海洋灾害。

$14.2 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$, 海水中铁浓度达 $20 \mu\text{g/L}$ (S_1 站表层)、叶绿素 a 含量为全年最高值 (8.28 mg/m^3)。根据周年观测的资料,经逐步回归分析结果,大鹏湾盐田海域 Fe 浓度变化与叶绿素 a 之间呈正相关关系,表明 Fe 对赤潮生物(浮游植物)的生长起促进作用,这与有关学者的报道相一致 (Montani et al. 1989)。同时发现 Fe 对叶绿素 a 的影响受 $S, \text{PO}_4, \text{COD}, T_b$ 和 Mn 等因子的制约。

COD 是影响叶绿素 a 含量变化的主要因子之一。调查海区 COD 测值范围为 $0.02-1.61 \text{ mg/L}$, 通过多元逐步回归得出的 10 个模式中,多数出现 COD 这一因子,其中呈正相关的有 6 项,呈负相关的有 2 项。综合分析结果,认为 COD 与叶绿素 a 之间呈显著的正相关。也就是说,当海水中叶绿素 a 含量升高,意味着浮游植物数量增大,浮游动物摄食量也加大,排泄物增多,测海水中有机物质增多,因而,化学耗氧量增大。

盐度的变化可改变浮游植物细胞膜的渗透率,从而影响浮游植物对海水中营养盐和微量元素等的利用,由表 3 可以看出,盐度与叶绿素 a 之间的关系,多数呈正相关;同时,它与 Fe, Si(OH)_4 等因子具有交互作用。

2.3 与赤潮关系 大鹏湾盐田海域赤潮多发生于春季,如 1990—1991 年有记录的 11 次赤潮,都集中在 3—5 月,多数由夜光藻引起,也曾发生骨条藻、海洋褐胞藻、多纹膝沟藻等赤潮。从叶绿素 a 的周年变化来看(图 3、图 4),在 1991 年 3 月下旬和 5 月初,分别发生了海洋褐胞藻和多纹膝沟藻赤潮,表层叶绿素 a 含量出现峰值,与赤潮发生期相吻合;而在 4 月份,由于引起赤潮的是夜光藻,其叶绿素 a 含量并没有明显提高。夜光藻的繁殖生长需要摄食其它浮游植物,当夜光藻大量繁殖时,意味着海水中其它浮游植物相应地要被大量消耗,因而发生夜光藻赤潮时,海水中的叶绿素 a 含量不但没有出现高峰,反而降低。可见,要探索赤潮预测预报的有效途径,不但要摸清海域中叶绿素 a 含量的变化及其与各种因子之间的关系,还必须深入研究各种赤潮生物的色素含量、组成或光谱特征,为发展遥感遥测,建立赤潮预测预报模型提供理论基础。

3 小结

3.1 大鹏湾盐田附近海域叶绿素 a 的最大测值在 5 月 5 日,为 8.28 mg/m^3 , 当时正好发生多纹膝沟藻赤潮,细胞数量最高达 $4 \times 10^6 \text{ cell/m}^3$ 。从年变化曲线看来,高值出现在 3 月、5 月和 11 月,呈多峰型。平均测值为 1.33 mg/m^3 。

3.2 影响叶绿素 a 变化的主要因子是 Fe, COD, S; 其次是 DO, t , T_b ; 此外, Mn, $\text{Si(OH)}_4, \text{PO}_4, \text{NO}_2$ 等因子与叶绿素 a 的变化也有一定关系。

3.3 叶绿素 a 高值与出现赤潮有关(夜光藻赤潮例外),3—5 月(春季)该海域常有赤潮发生,因而叶绿素 a 含量升高,其它月份(除 11 月外)则较低。这反映出根据叶绿素 a 含量变化,进行赤潮的预测预报,是值得进一步研究的问题。

参 考 文 献

- 齐雨藻等,1991,中国赤潮生物新记录种——海洋褐胞藻,暨南大学学报,12(3): 92—95。
 吕培顶等,1984,渤海水域叶绿素 a 的分布及初级生产力的估算,海洋学报,6(1): 90—98。
 陈世政等,1983,厦门附近海域叶绿素含量的分布及其周年变化,台湾海峡,2(2): 66—75。
 张钊等,1985,东山湾叶绿素 a 含量的分布及特征,热带海洋,4(4): 9—15。
 黄良民,1989,大亚湾叶绿素 a 的分布及其影响因素,海洋学报,11(6): 769—779。
 黄良民,1992,珠江口水域叶绿素 a 和类胡萝卜素的周年分布,海洋环境科学,11(2): 13—18。

- 梁松、钱宏林, 1991, 南海北部赤潮发生频率与季风转换时期关系的探讨, 南海研究与开发, 3: 1—5.
- Chan, B. S. S. and Hodgkiss, I. J., 1987, Phytoplankton productivity in Tolo Harbour, *Asian Marine Biology*, 4:79—90.
- Huang, L. M., Chen, Q. C. and Yuan, W. B., 1989, Characteristics of chlorophyll distribution and estimation of primary productivity in Daya Bay, *Asian Marine Biology*, 6:115—128.
- Jeffrey, S. W. and Humphrey, G. F., 1975, New spectrophotometric equations for determining chlorophylls *a*, *b*, *c*₁ and *c*₂ in higher plants., algae and natural phytoplankton, *Biochemie and Physiologie der Pflanzen.*, 167:191—194.
- Lursinsap, A. and Charoenruay, M., 1974, The estimation of phytoplankton production in the Gulf of Thailand from chlorophyll content or oxygen determination and light data, In The Kuroshio III. Proceeding of the Third CSK Symposium, Bangkok, pp. 339—364.
- Montani, S., Tokuyasu, M. and Okaichi, T., 1989, Occurrence and biomass estimation of *Chattonella marina* red tide in Harima Nada, the Seto Inland Sea, Japan, Red Tide: Biology, Environmental Science and Toxicology, pp. 197—200.
- Okaichi, T., Montani, S. Hiragi, J. et al., 1989, The role of iron in the outbreaks of *chattonella* red tide, Red Tides: Biology, Environmental Science and Toxicology, pp. 353—356.
- SCOR-UNESCO, 1966, Determination of photosynthetic pigments in seawater, Monographs on Oceanographic Methodology 1, UNESCO, Paris.

PRELIMINARY STUDIES ON THE RELATIONSHIPS BETWEEN CHLOROPHYLL *a* AND ENVIRONMENTAL FACTORS IN DAPENG BAY

Huang Liangmin

(South China Sea Institute of Oceanology, Academia Sinica, Guangzhou 510301)

Qian Honglin, Li Jinrong

(South China Sea Branch, SOA, Guangzhou 510301)

ABSTRACT

Based on data collected from 1990 to 1991, this paper deals with variations of chlorophyll-*a* values in the waters of often occurrence of red tide in Dapeng Bay, and on the relationships between chlorophyll-*a* and some environmental factors.

Preliminary results indicated that chlorophyll-*a* values were 0.06—8.28mg/m³ (average of 1.33mg/m³), higher in spring and autumn, lower in summer and winter. Chlorophyll-*a* contents at the surface are higher than those at bottom. Multiple regression shows that soluble Fe, COD and salinity are the most important factors influencing the variations of chlorophyll-*a* (followed by DO, *t*, turbidity) and that Mn, Si(OH)³-Si, PO₄-P, NO₂-N have significant correlation with chlorophyll-*a*. In Dapeng Bay, *Noctiluca scientillans* red tide always occurs in spring. Red tide caused by other organisms, such as *Skeletonema costatum*, *Chattonella marina* and *Conyaulax polygramma*, etc., were sometimes also observed there at that time. The relationships between chlorophyll-*a* and inorganic and organic factors and occurrence of red tide are analysed and discussed. The results can be helpful for further ecological research in the bay and for red tide forecasting.

Key words Chlorophyll-*a* Annual variations Environmental factors
Dapeng Bay