2011 年春、夏季黄海、东海营养盐分布特征研究*

米铁柱¹ 姚庆祯² 孟 de^2 张晓琳² 刘淑民²

(1. 中国海洋大学海洋环境与生态教育部重点实验室 青岛 266100; 2. 中国海洋大学海洋化学理论 与工程技术教育部重点实验室 青岛 266100)

提要 利用 2011 年 4 月和 8 月的调查资料,分析讨论了春、夏季黄海、东海营养盐分布特征及影响因素。结果表明,在调查海域,春季的硅酸盐、硝酸盐的浓度较高;夏季磷酸盐、氨氮的浓度较高。 受长江冲淡水影响,长江口-浙闽近海表层营养盐浓度较高,且夏季高值区向外海扩展;外海受黑潮 表层水的影响营养盐浓度较低。南黄海营养盐主要受长江冲淡水、黄海冷水团、黄海暖流的共同影 响,夏季形成强烈的温跃层,在底层维持着一个稳定的高盐、富营养盐的冷水团。

关键词 南黄海,东海,营养盐,分布特征

中图分类号 P731.1

营养盐是海洋生态系统的生源物质,直接影响 到海洋的生产力和生物资源,并与全球气候变化存 在着耦合和反馈机制,是研究海洋生态系统的关键 要素,其生物地球化学循环一直是海洋科学的研究 重点之一。

作为西太平洋陆架海的黄海、东海,是世界上最 大的陆架区之一,受到黑潮、台湾暖流、长江冲淡水、 黄海冷水团等多股不同来源的水系的共同作用,造 就了复杂的水文环境和不断变化的水化学特征,近 年来随着东海海域渔业资源衰退、赤潮频发、水母暴 发,其生态环境愈加被广泛关注(唐启升等,2005)。

近年来,对东、黄海营养盐的研究已有不少报道 (姚乔尔等,1990;陆赛英等,1996;王保栋,1998;王 保栋等,1999;高生泉等,2004;张传松等,2007),但 对东、黄海广阔水域营养盐的分布特征的同步或准同 步的观测资料相对较少(Wang *et al*,2003),本文根据 2011 年 4 月和 8 月对黄海、东海两个航次的调查资 料,对该海域的营养盐分布特征及影响因素等进行 了分析,旨在较系统地认识和揭示黄海、东海海域营 养盐的分布特征、变化规律和来源,以期丰富和加深 对中国东部陆架边缘海营养盐的海洋生物地球化学 过程的认识。

1 采样及分析方法

1.1 站点布设

2011 年春季(4 月 6—25 日)和夏季(8 月 12—29 日)利用"科学 2 号"调查船对南黄海和东海海域进 行了现场调查。采样站位如图 1,两个航次的站位及 采样层次基本一致,仅个别站位略有差异。共设置 12 个断面,69 个观测站。

1.2 样品采集及分析方法

现场用 CTD 观测温度、盐度和深度,并用 Niskin 采水器采取不同深度的水样。水样采集后,立即用 0.45µm 醋酸纤维滤膜过滤(滤膜预先用 1 1000 的盐 酸溶液浸泡 24h, 然后用 Milli-Q 水洗至中性)。滤液 分装至 2 个 100ml 聚乙烯瓶(预先用 1 5 盐酸溶液浸 泡 24h 以上, 然后用去离子水洗至中性),一瓶 4℃冷 藏保存用于硅酸盐分析,另一瓶-20℃冷冻保存,用 于其它营养盐分析。

样品于实验室内采用 QUAATRO 型营养盐自动 分析仪测定,采用国家海洋局标准物质中心生产的 营养盐标准系列作为外标质控样;各项目检测限分

^{*} 国家重点基础研究发展计划(973)项目, 2011CB403602 号, "海洋环境变化与水母暴发的相互作用"。米铁柱, 硕士, 副教授, E-mail: mitiezhu@ouc.edu.cn

通讯作者:姚庆祯,博士,副教授,E-mail:qzhyao@ouc.edu.cn 收稿日期:2011-12-31,收修改稿日期:2012-02-28



图 1 2011 年 4 月、8 月东黄海海域现场调查站位

Fig.1 Sampling stations in the Yellow Sea and East China Sea in April and August, 2011

別为:硝酸盐(NO₃⁻-N) 0.02μmol/L、亚硝酸盐 (NO₂⁻-N) 0.02μmol/L、氨氮(NH₄⁺-N) 0.03μmol/L、 磷酸盐(PO₄³⁻-P) 0.01μmol/L、硅酸盐(SiO₃²⁻-Si) 0.04

盐在不同层次的浓度平均值没有明显差异。硝酸盐的 DIN 的主要组成部分,占 80%以上,其次是氨氮,约 占 15%,亚硝酸盐浓度较低。

间层(10m、30m)较低,

磷酸盐、氨氮和亚硝酸

表 1	2011	年春季黄海、	东海各层》	欠温度、	盐度及营养盐	浓度变化范	回及平均	9值
	TT-1. 1	Maniatian of the					1) 2011	

	ab.1 variation of temperatures, satinities and nutrients in spring (April) 2011										
层次		温度(℃)	盐度	硅酸盐	磷酸盐	氨氮	亚硝酸盐	硝酸盐	DIN (µmol/L)	氮磷比	硅氮比
12.0.				(µmol/L)	(µmol/L)	(µmol/L)	(µmol/L)	(µmol/L)		200400	
表层	最小值	6.70	26.54	0.48	未检出	0.02	未检出	未检出	0.13	11.52	0.24
	最大值	22.59	34.55	46.22	0.12	4.59	0.86	28.67	30.55	2306.19	72.34
	平均值	11.79	32.29	13.55	0.04	0.97	0.20	4.57	5.76	293.37	6.01
10m 层	最小值	6.37	29.43	0.52	未检出	0.02	未检出	未检出	0.31	5.76	0.10
	最大值	20.21	34.55	31.35	0.14	3.92	0.87	29.60	32.48	812.03	13.24
	平均值	11.62	32.66	8.92	0.04	0.95	0.24	4.00	5.19	186.77	2.66
30m 层	最小值	5.22	31.56	0.44	未检出	0.02	0.06	未检出	0.93	16.29	0.12
	最大值	20.95	34.55	27.84	0.10	3.33	0.68	11.57	13.83	597.76	17.36
	平均值	11.98	33.25	11.49	0.05	1.02	0.26	4.08	5.36	152.35	3.07
50m 层	最小值	6.30	32.33	1.87	未检出	0.17	0.07	未检出	0.42	4.61	0.25
	最大值	20.20	34.58	35.74	0.11	3.20	0.68	10.03	12.25	327.94	22.70
	平均值	12.50	33.60	12.73	0.06	1.01	0.30	4.70	6.00	123.13	3.37
底层	最小值	5.22	28.49	0.91	未检出	0.00	0.04	未检出	0.65	17.91	0.25
	最大值	18.06	34.61	80.97	0.13	7.09	0.92	13.39	13.75	2750.55	19.02
	平均值	11.33	32.83	13.95	0.05	0.95	0.26	4.63	5.86	200.35	2.90
全部层次	最小值	5.22	26.54	0.44	未检出	0.00	未检出	未检出	0.13	4.61	0.10
	最大值	22.59	34.66	80.97	0.14	7.09	0.92	29.60	32.48	2750.55	72.34
	平均值	11.97	32.89	12.08	0.05	0.97	0.25	4.43	5.65	198.55	3.59

如图 2、图 3、图 4,调查海域东南部的受黑潮影 响,有一明显的高温高盐水团;黄海中部已出现层化 的现象,温跃层初步形成,这在断面图中更加明显, 后文将对位于 35°N 的 E 断面加以专门分析。长江冲 淡水向东南方向延伸扩散,表层向东至 122.5°E,使 得长江口外侧近岸海域营养盐含量较高,这在在表 层尤其明显。长江口—舟山群岛—浙闽近岸区域的营 养盐浓度较高,磷酸盐和硝酸盐的高值区较硅酸盐 向南覆盖的范围更大,这可能是由于磷酸盐和硝酸 盐除了长江冲淡水的输入外,由于舟山群岛至渔山 列岛附近存在着较强的上升流区(刘先炳等,1991;经 志友等,2007),从底层带来补充,此外钱塘江及杭州 湾周边的陆源输入也有着重要贡献。

硅酸盐在长江口及浙闽近海表层浓度较高 (>20μm),底层在北黄海中部及东南外海有两个高值 区(>20μm),在其它区域浓度均<5μm。氨氮在长江 口、苏北近海和黄海中部表层浓度较高(>2μm),底层 仅在长江口外海有一高值区。亚硝酸盐分布趋势与氨 氮类似。硝酸盐在西部近岸海域表层浓度较高(10— 20μmol/L),且梯度变化显著,硝酸盐在底层的分布 变化相对较小,长江口南北两侧浓度稍高(6—10μm), 海州湾外海较低(<2μm),其它区域变化不大。由于硝酸盐占 DIN 的 80%, DIN 的分布与硝酸盐一致。表层 磷酸盐在浙闽及苏北近海浓度稍高(>0.04μm),其它 区域浓度均较低,而在 10m 层及底层,高值区更趋向 于外海,在黄海中部和东南外海浓度较高(>0.08μm)。

在长江冲淡水影响区域,磷酸盐浓度较低而硅酸盐、硝酸盐浓度较高,这可能是由于两个因素造成: (1) 长江输运的磷较少而硅、氮较多,且春季径流量较小;(2) 春季浮游生物大量生长,营养盐被大量消耗,而磷酸盐相对缺乏,这一点与该区域较高的氨氮和亚硝酸盐浓度相对应(高生泉等,2004)。

各营养盐在 10m 层的分布基本与表层相似,但 在调查海域南部受黑潮影响的海域,10m 的亚硝酸盐 和氨氮存在一个明显的高值区,而在表层的表现并 不显著。

2.2 夏季黄海、东海营养盐分布特征

2011 年夏季黄海、东海各层次温度、盐度及营养盐浓度变化范围如表 2 所示,相较春季,硅酸盐、 亚硝酸盐、硝酸盐浓度显著下降,而磷酸盐、氨氮浓



图 2 2011 年春季东黄海表层温度、盐度及营养盐平面分布图 Fig.2 Horizontal distributions of temperatures, salinities and nutrients in surface in spring 2011



图 4 2011 年春季东黄海春季底层温度、盐度及营养盐平面分布图 Fig.4 Horizontal distribution of temperatures, salinities and nutrients in bottom in spring 2011

表 2 2011 年夏季黄海、东海各层次温度、盐度及营养盐浓度变化范围及平均值 Tab 2 Variation of temperatures salinities and nutrients in summer 2011

Tab.2 Variation of temperatures, saminues and nutrients in summer 2011											
层次		温度(℃)	盐度	硅酸盐	磷酸盐	氨氮	亚硝酸盐	硝酸盐	DIN	氮磷比	硅氮比
12.07				(µmol/L)	(µmol/L)	(µmol/L)	(µmol/L)	(µmol/L)	(µmol/L)	200700	
表层	最小值	19.20	20.72	未检出	未检出	0.03	未检出	未检出	0.52	0.45	0.09
	最大值	29.80	34.02	50.95	2.62	5.29	1.56	21.60	22.59	144.82	25.33
	平均值	25.41	30.82	7.41	0.25	1.33	0.18	1.94	3.59	26.18	2.88
10m 层	最小值	13.50	28.69	0.26	未检出	未检出	未检出	未检出	0.31	0.32	0.04
	最大值	29.50	34.12	18.04	2.02	3.35	1.76	10.34	11.84	381.44	17.58
	平均值	23.54	31.85	5.19	0.23	1.28	0.21	1.84	3.43	44.77	2.15
30m 层	最小值	6.30	31.39	未检出	未检出	0.11	未检出	未检出	0.15	0.84	0.07
	最大值	29.00	34.30	26.01	0.97	4.75	0.57	6.13	7.28	95.90	24.62
	平均值	18.73	33.25	8.65	0.29	1.32	0.14	1.78	3.23	16.68	3.58
50m 层	最小值	6.20	32.05	1.20	未检出	0.17	0.03	0.06	0.80	2.73	0.24
	最大值	27.90	34.42	21.49	0.86	7.35	0.50	2.89	9.35	388.00	12.42
	平均值	16.71	33.42	9.09	0.26	1.38	0.17	1.14	2.79	34.38	4.60
底层	最小值	6.20	19.29	0.05	未检出	未检出	0.04	0.09	0.45	0.76	未检出
	最大值	27.20	34.65	23.81	0.79	14.02	1.13	30.18	32.03	346.83	18.98
	平均值	17.31	32.58	10.31	0.29	1.88	0.20	2.32	4.55	32.09	4.17
全部层次	最小值	6.20	19.29	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	0.15	0.32	未检出
	最大值	29.80	34.71	50.95	2.62	14.02	1.76	30.18	32.03	388.00	25.33
	平均值	20.97	32.24	8.03	0.27	1.47	0.19	1.87	3.64	30.85	3.29

度上升。在 DIN 的组成中, 硝酸盐依然是主要组成部分, 但比重下降到 50%, 氨氮占 40%, 亚硝酸盐浓度仍然较低。

夏季长江冲淡水的影响范围较春季明显扩大并 向外海扩展,从盐度分布图上可见长江冲淡水在表 层向东北和东南两个方向扩展,呈现明显的双舌状 分布(朱建荣等,2005),向东可达125°E(图5)。在10m 层(图6),在这一区域营养盐浓度也较高,但更向北 偏移且区域变小,较80年代历史均值范围小(海洋图 集编委会,1992)。黑潮及台湾暖流的高盐水由东南向 长江口压迫(图7),34盐度等值线西北方向可达31°N 123°E,在中上层形成一个营养盐的低值区,与长江 冲淡水形成一个显著的锋面,而在底层,由于有机物 的降解,氨氮和磷酸盐浓度较高。在北黄海海域,黄 海冷水团的层化非常显著,冷中心位于124°E,36°N, 底层10℃等温线向南可达34°N,由于存在很强的温 跃层,表层营养盐被消耗后得不到补充,而底层营养 盐浓度较高。

具体而言, 硅酸盐在表层长江冲淡水影响海域 内形成大范围的高值区(20—40µm), 较春季范围更 大, 另外在山东半岛外海浓度也较高; 在10m 层长江 口区域硅酸盐的浓度和冲淡水影响范围均较表层显 著减小,底层除在杭州湾外海和黄海中部冷水团海 域浓度稍高外,其它海域浓度均<10μm,低于春季底 层浓度。

整个海域的氨氮浓度显著高于春季,尤其在表 层长江口冲淡水区域形成高值区,这主要源于浮游 生物的作用,10m 层的高值范围显著缩小,底层则在 黄海中部冷水团区域和东南部黑潮影响区域出现高 值。亚硝酸盐浓度总体较低,仅在长江冲淡水东侧表 层及苏北外海表底层存在较高浓度,其高值区与氨 氮并不重合。夏季整个调查海域硝酸盐浓度较低,大 部分海域<4μm,黄海冷水团海域和浙闽近海浓度稍 高(>8μm),反映出夏季较强的浙闽沿岸上升流(潘玉 萍等,2004)对其在浙闽近海的分布的强烈影响。DIN 浓度较春季低,在长江口表层和黄海冷水团区域浓 度较高(>10μm)。

磷酸盐在各层的浓度均较春季高,表层在长江 口冲淡水区域形成大范围的高值区(>0.4µm),底层则 在黄海冷水团区域和黑潮影响区浓度也较高,这与 底层有机物降解释放的营养盐有关。

2.3 典型断面营养盐分布特征

由于研究区域营养盐的分布变化受多个不同性 质水团的共同作用,变化复杂,不同区域的控制因素



图 6 2011 年夏季东黄海 10m 层温度、盐度及营养盐平面分布图 Fig.6 Horizontal distribution of temperatures, salinities and nutrients in 10m layer in Summer (August) 2011



图 7 2011 年夏季东黄海底层温度、盐度及营养盐平面分布图 Fig.7 Horizontal distribution of temperatures, salinities and nutrients in bottom in Summer (August) 2011

各不相同, 故选择 E 断面(南黄海冷水团 35°N 断面) 和 PN 断面(长江口冲淡水影响区域)两个典型断面, 分别分析其变化与控制因素。

2.3.1 E断面 E断面位于 35°N,处于南黄海的中部,断面跨度较大,夏季该断面上大部分海域均处在 黄海冷水团之中,此断面上特殊的水文状况势必对 生源要素的分布及季节变化造成一定的影响,同时, 理化性质的变化也可用来反映黄海冷水团和黄海暖流 在该断面上形成、强盛到逐渐减弱,直至消失的过程。

由 E 断面春季的剖面图(图 8)可以看出, 春季表 层海水受热增温, 涡动混合作用减弱, E4 站以东的深 水区海域大约 20—30m 深处温跃层开始形成, 而西 侧浅水区垂直混合仍较强烈, 磷酸盐、硅酸盐、硝酸 盐在深水区底层浓度较高, 显示了温跃层对物质交 换的阻隔(于非等, 2006)。在 E3—E5 站之间存在着明 显的盐度锋面, 硝酸盐在锋面两侧亦有显著的浓度 梯度, 且东侧表层水温较高, 是黄海暖流变性水的残 迹(邹娥梅等, 2000)。

夏季太阳辐射增强,表层升温进一步加强,整个 E 断面上层化现象极为显著(图 9),在 E4 站以东,呈 现为上混合层-跃层-下混合层的三层结构(韦钦胜等, 2009),上混合层水温高、盐度低且分布均匀,其下在 水深 10—30m 处是强烈的温、盐跃层,跃层以下则是 黄海冷水团,温度较低而盐度较高。硅酸盐、硝酸盐 断面分布,均呈上层低、下层高的趋势,其中上层水 体中的营养盐浓度较春季时有所降低,这是由于浮 游植物的生长消耗了表层的营养盐,而跃层阻碍了 底层对上层水体的补充。

2.3.2 PN 断面 PN 断面从东海西北角长江口到 东南角琉球群岛呈西北-东南走向,大致与纬线呈 40° 夹角,由河口到最深处水深超过千米的深海,横跨整 个东海陆架,是长江冲淡水主轴方向的延伸,且与东 海内的黑潮主轴相交,水文环境复杂,对于研究东海 水团性质与生态环境特征是一个典型的研究断面 (Chen *et al*, 1995; 张媛等, 2009)。本次调查覆盖了该 断面的 125°E 以西部分。

如图 10 所示, 春季 PN 断面近岸温度较低, 远海较高, 垂直混合较为均匀, 表层长江冲淡水影响范围较小, 31 盐度仅能到达 PN3 站, 且在 PN3 站位两侧存在盐度锋面。表层硅酸盐、硝酸盐和磷酸盐受长江



Fig.9 Vertical distribution of temperatures, salinities and nutrients in Section E in Summer (August) 2011



图 10 2011 年春季 PN 断面温度、盐度和营养盐分布 Fig.10 Vertical distribution of temperatures, salinities and nutrients in Section PN in Spring(April) 2011

冲淡水控制,由近岸向远海逐渐降低;底层浓度较高, 尤其是在黑潮影响海域的 50m 以深水体,营养盐浓 度随深度增加而显著上升。

夏季出现层化现象(图 11),表层温度较高,表层 水体受长江冲淡水影响显著,盐度较低,并向东部外 海扩展(潘玉球等,1997)盐度 32 的区域远达 PN6 站, 同时 30m 以深的高盐水侵入到 PN3 站以西,且沿陆 坡深层的低温高盐水有较为明显的爬升现象。硅酸盐 分布受长江冲淡水控制,表层浓度较高。氨氮、亚硝 酸盐、硝酸盐在 PN3 站底层均存在一个高值区,可能 是该区域上层大量有机物在此沉降后持续降解释放 营养盐,同时由于上层的层化现象阻碍了物质的输运。 2.4 影响黄海、东海营养盐分布的主要因素

由生源要素分布可以看出,长江冲淡水和黑潮 是控制东海营养盐分布的主要影响因素。长江冲淡水 在南黄海和东海表层形成一个高营养盐区,并向外 海逐渐降低,不同季节其影响的海域范围差异较大 (王保栋,1998)。春季向南影响浙闽近海,夏季受台湾 暖流的顶托,影响区域更偏向东部外海,呈双舌状, 向东北、东南方向扩展,影响范围广泛。同时高温、 高盐、寡营养盐的黑潮上层水始终影响着东海外海, 夏季其更可入侵到 30m 等深线区域,以高温、高盐、 低营养盐为主要特征,而富营养盐的黑潮中下层水 则控制着陆架外海深水区。

南黄海则主要受黄海冷水团和黄海暖流的影响 (任慧军等,2005)。春季,黄海表层水温回升,同时受 黄海暖流残余的影响,逐步形成温跃层,并在 121.5°E 附近维持着一个温度锋面。夏季,温跃层十分强烈, 阻隔了物质与能量的垂直传递,在黄海中部维持着 一个稳定的低温、高盐、富营养盐冷水团。

3 结论

通过对 2011 年 4 月和 8 月的调查资料的分析讨 论,结果表明:

(1) 调查海域春季的硅酸盐、硝酸盐的浓度较高;夏季磷酸盐、氨氮的浓度较高。

(2)东海营养盐主要受长江冲淡水、黑潮水的影响:受长江冲淡水影响及浙闽沿岸上升流的共同影响,长江口-浙闽近海表层营养盐浓度较高,夏季高值区随冲淡水向外海扩展;外海表层受黑潮表层水



图 11 2011 年夏季 PN 断面温度、盐度和营养盐分布 Fig.11 Vertical distribution of temperatures, salinities and nutrients in Section E in Summer (August) 2011

的影响营养盐浓度较低,底层由于有机物降解,营养 盐再生,浓度随深度而增加。

(3)南黄海营养盐主要受长江冲淡水、黄海冷水 团、黄海暖流的共同影响,春季黄海中部开始形成温 跃层,到夏季达到最强,在底层维持着一个稳定的高 盐、富营养盐的冷水团。

致谢 天津科技大学魏皓教授、李伟博士提供了温 盐资料,中国海洋大学袁健、王建艳、王国善、夏冬 同学协助进行现场采样,"科学3号"调查船全体人 员为调查工作提供了大量帮助和支持,谨致谢忱。

参考文献

- 王保栋, 1998. 长江冲淡水的扩展及其营养盐的输运. 黄渤海 海洋, 16(2): 41—47
- 王保栋, 王桂云, 郑昌洙, 1999. 南黄海营养盐的平面分布及 横向输运. 海洋学报, 21(6): 124—129
- 韦钦胜, 葛人峰, 王保栋等, 2009. 南黄海冷水域西部溶解氧 垂直分布最大值现象的成因分析. 海洋学报, 31(4): 69— 77
- 韦钦胜,傅明珠,葛人峰等,2010.南黄海冷水域35°N断面 化学水文学特征及营养盐的季节变化.环境科学,31(9):

2065-2074

- 朱建荣,王金辉,沈焕庭等,2005.2003年6月中下旬长江口外 海区冲淡水和赤潮的观测及分析.科学通报,50(1):59—65
- 任慧军, 詹杰民, 2005. 黄海冷水团的季节变化特征及其形成 机制研究. 水动力学研究与进展(A 辑), 20(增刊): 887— 896
- 刘先炳, 苏纪兰, 1991. 浙江沿岸上升流和沿岸锋面的数值研 究. 海洋学报, 13(3): 305—314
- 邹娥梅,郭炳火,汤毓祥等,2000.1996年春季南黄海水文特 征和水团分析.海洋学报,22(1):17—26
- 张 媛, 吴德星, 林霄沛, 2009. 东海 PN 断面水团分布的季节
 变化. 中国海洋大学学报, 39(3): 369—374
- 张传松, 王修林, 石晓勇等, 2007. 东海赤潮高发区营养盐时 空分布特征及其与赤潮的关系. 环境科学, 28(11): 2416— 2424
- 陆赛英, 葛人峰, 刘丽慧, 1996. 东海陆架水域营养盐的季节 变化和物理输运的规律. 海洋学报, 18(5): 41—51
- 经志友,齐义泉,华祖林,2007. 闽浙沿岸上升流及其季节变 化的数值研究. 河海大学学报,35(4):464—470
- 姚乔尔,藏家业,童钧安等,1990. 黑潮及其毗邻海域无机氮 的分布特征. 黑潮调查研究论文选(一). 北京:海洋出版 社,45—55
- 高生泉,林以安,金明明等,2004.春、秋季东、黄海营养盐的

分布变化特征及营养结构. 东海海洋, 22(4): 38—50 唐启升, 苏纪兰, 孙 松等, 2005. 中国近海生态系统动力学 研究进展. 地球科学进展, 20(12): 1288—1299

海洋图集编委会, 1992. 渤、黄、东海海洋图集——化学分册. 北京: 海洋出版社, 1—257

潘玉球,王康墡,黄树生,1997. 长江冲淡水输运和扩散途径的分析.东海海洋,15(2):25—34

潘玉萍, 沙文钰, 2004. 夏季闽浙沿岸上升流的数值研究. 海

洋通报, 23(3): 1—11

- Chen C T A, Ruo R, Pai S C *et al*, 1995. Exchange of water masses between the East China Sea and the Kuroshio off northeastern Taiwan. Continental Shelf Research, 15(1): 19– 39
- Wang Bao-dong, Wang Xiu-lin, Zhan Run, 2003. Nutrient conditions in the Yellow Sea and the East China Sea. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 58: 127–136

DISTRIBUTIONS OF NUTRIENTS IN THE SOUTHERN YELLOW SEA AND EAST CHINA SEA IN SPRING AND SUMMER 2011

MI Tie-Zhu¹, YAO Qing-Zhen², MENG Jia², ZHANG Xiao-Lin², LIU Shu-Min²

Key Laboratory of Marine Environment Science and Ecology, Ministry of Education, Ocean University of China, Qingdao, 266100;
 Key Laboratory of Marine Chemistry Theory and Technology, Ministry of Education, Ocean University of China, Qingdao, 266100)

Abstract The horizontal and vertical distributions of nutritional salts were studied on the basis of data obtained by field observations from January to April and August, 2011 in Southern Yellow Sea and East China Sea. The concentrations of silicate and nitrate were higher and the concentrations of phosphate and ammonia were lower in spring than in summer. The high concentrations of nutrients in the surface water occurred mainly in the Changjiang diluted water area and the coastal water area of Zhejiang and Fujian. The distribution of high concentrations of nutrients was influenced by Changjiang diluted water, and covered broader areas in summer. The main factor affecting the distribution of nutrients in the open sea was Kuroshio water. The contents of nutrients in the middle area of the Yellow Sea were high due to strong and stabilizing thermocline in summer.

Key words Southern Yellow Sea, East China Sea, Nutrient, Distribution

2011年度《海洋与湖沼》动态

(1) 《海洋与湖沼》2011 年最新公布的总被引频次在海洋科学期刊中名列第一位;影响因子为 1.404,学 科影响指标和综合评价总分均列海洋科学期刊首位;综合评价总分在全国科技期刊中排第 18 位。

(2) 荣获 2011 年度百种中国杰出学术期刊奖。

(3) 荣获 2011 年度中国精品科技期刊奖。