

渤海水域生物理化环境现状研究

崔毅 陈碧鹃 任胜民 陈聚法 宋云利

(中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

摘要 本文主要根据渤海增殖调查有关结果,着重讨论了渤海水化学环境现状及与饵料生物的关系,研究结果表明:(1)渤海水域温度呈典型温带水域海水特征,盐度、溶解氧及pH值适中,是温带各种海洋生物生长的良好环境;(2)营养盐与饵料生物及沿岸径流关系密切,具有明显的季节性变化;(3)与历史同期调查结果相比,无机氮有所上升,但无机磷和无机硅却下降较大,营养状况基本处于中下营养水平;(4)从N/P比值看,较历史资料上升较大,但仍低于Redfield比值,无机氮仍为渤海浮游植物生长繁殖的主要限制因子。

关键词 生物-理化环境,营养盐,浮游植物,渤海

前 言

渤海是我国内海,几乎完全为大陆所环绕,仅东部有宽约50余海里,面积约8万 Km^2 。中间有许多岛屿罗列的海峡与黄海相通,封闭性较强,沿岸有许多大小河流排泄淡水所携带的营养盐类,促进并维持着此海域饵料生物的繁殖生长,基础生产力较高,是黄、渤海许多经济鱼虾类的产卵场和索饵肥育场,在黄、渤海渔业生产中有极其重要的地位。

我国对渤海水域生物及理化环境状况先后进行了三次综合调查,一次是1959-1960年,一次是1982-1983年,这一次是1992-1993年。通过三次综合调查比较可看出,经过近十几年来,随着沿岸工农业和养殖业的迅速发展,大量工业污水和生活污水及养殖业的自身污染的排放,使渤海的生物理化环境状况发生了很大的变化。本文主要根据1992-1993年渤海调查有关资料,并与历史同期调查资料相比较,从生物理化环境角度出发,对其主要物理、生物、化学要素的量值与分布进行讨论,并结合有关生态饵料环境实验结果,对渤海生物理化环境现状进行评价。

材 料 与 方 法

调查时间为1992年8月、10月和1993年2月、5月。除冬季辽东湾和渤海湾浅海水域进入冰封期未调查外,几乎遍及整个渤海(见图1)。

分析项目包括:温度、盐度、透明度、溶解氧、pH、亚硝酸盐、硝酸盐、氨氮、磷酸盐、硅酸盐和浮游植物。分析方法均按《海洋监测规范》^[1]进行。

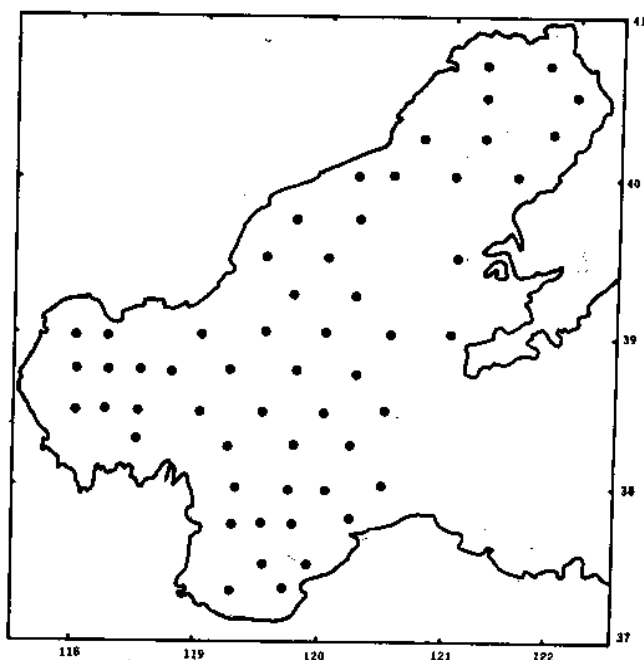


图1 调查站位

Fig.1 The survey stations

结 果 与 分 析

(一)水温

水温主要受气温影响,由季节变化看,渤海水温冬季(2月)最低,表层平均水温为1.96℃,夏季(8月)最高,表层平均水温为24.14℃,其它季节居于过渡状态,具有典型的温带季节变化特征(见图2)。其周年变化是冬半年12月至翌年4月水温小于10℃,夏半年5月至11月水温高于10℃,因此渤海冬半年鱼类资源种类稀少,捕到的仅是地方种群。夏半年在渤海出现的鱼类种类繁多,特别是春秋季节是它们洄游产卵集群时节,是渤海捕捞作业的好

季节。

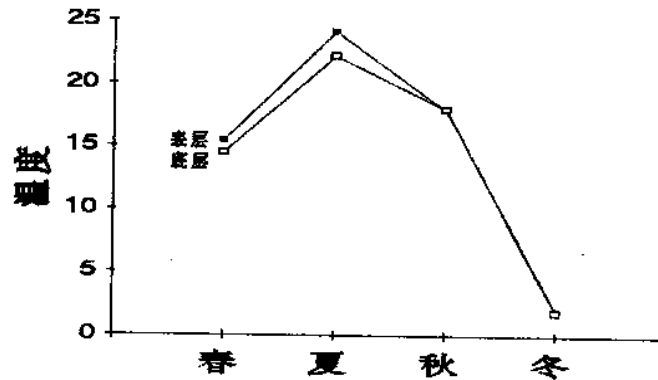


图 2 水温季节变化

Fig.2 Seasonal variation of temperature

(二) 盐度

海水盐度是海洋水文基础要素之一,它是确定海洋中水系、水团的重要标志,决定水质的理化性质。海水盐度是维持生物原生质与海水间渗透关系的一项重要因素,各种生物对 Na^+ 离子浓度有一定的适应范围^[2],因此盐度对于海洋生物的分布和季节变动有着深刻的影响。渤海盐度受陆地径流量的大小以及黄海暖流高盐、高 pH 的影响,属变性水域。其水平分布为,河口地区特别是对渤海影响较大的黄河口附近水域的盐度较低,中部较高。近岸盐度的年平均值为 29.15‰,年变幅为 2.07‰。上半年盐度呈上升变化,盐度值相对较高,最高值为 30.47‰,出现在 6 月。7 月份盐度迅速下降,其后 8 至 12 月保持在 28.45‰ 左右的较低水平。深水区表、底层盐度年变化曲线走势相似,一年中有多次波动。最高盐度表层为 31.62‰,底层为 31.65‰,均出现在 3 月。最低盐度表层为 29.87‰,底层为 30.05‰,均出现在 10 月。渤海近岸的盐度比深水区明显偏低,这和沿岸径流注入淡水有关,并受渤海沿岸海流影响的结果。其季节变化为,夏、秋季含量较低,冬、春季含量较高,恰与渤海丰水期和枯水期相对应(见图 3)。

(三) 透明度

海水透明度是反映海水的混浊程度,也反映了太阳光能进入海水的深度,决定了浮游植物在海水中的分布和生产状况,也决定了浮游植物生产层的大小,所以海水透明度是海洋浮游植物数量高低的重要限制因子。由调查结果可看出,渤海透明度以冬季最低,夏季最高,与 1982 年同期结果相比,其透明度有所下降(见图 4)。

(四) 溶解氧

海水中溶解氧是海洋异养生物呼吸作用的必要条件,各种生物对其有不同量的要求^[3, 25],并且溶解氧的绝对含量受水温控制,并呈负相关关系^[4]。其季节变化特点为,冬季最高,表层达 8.03ml/L,夏季最低,表层达 4.90ml/L,年变幅为 3.13ml/L(见图 5)。变化趋势正好与温度呈较好的负相关关系,即夏季水温上升,氧的溶解度下降,反之,冬季温度下

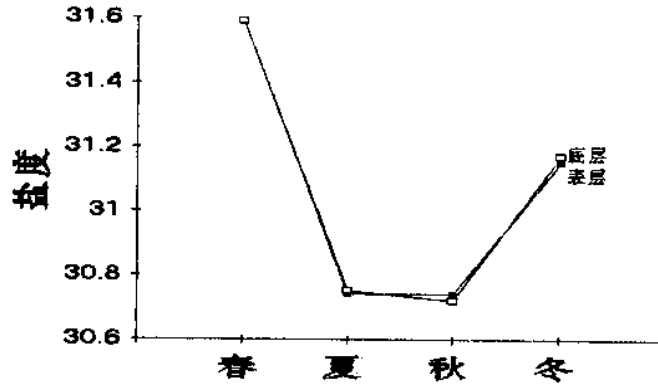


图3 盐度的季节变化

Fig.3 Seasonal variation of salinity

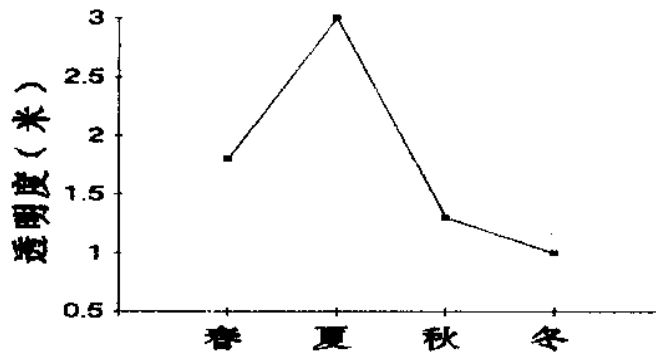


图4 透明度的季节变化

Fig.4 Seasonal variation of transparency

降, 氧的溶解度上升。

(五)pH

海水为一天然缓冲溶液, 因而它的变化幅度较其它参数小。其季节变化为, 夏、秋季相对较低, 冬、春季相对较高, 变化趋势恰与渤海的丰水期和枯水期相对应(见图6)。

(六)营养盐

海水中营养盐的含量, 对自养体生物数量变动的的影响, 比之光照更为重要, 各种自养体生物对营养物质有一定的浓度要求范围, 不足或超量都影响其生长与繁殖, 不同营养盐亦影响着生物的相关吸收量。

1. 磷酸盐 浮游植物体内磷化合物在全部代谢(尤其是能量转换)过程中起着重要作用, 在

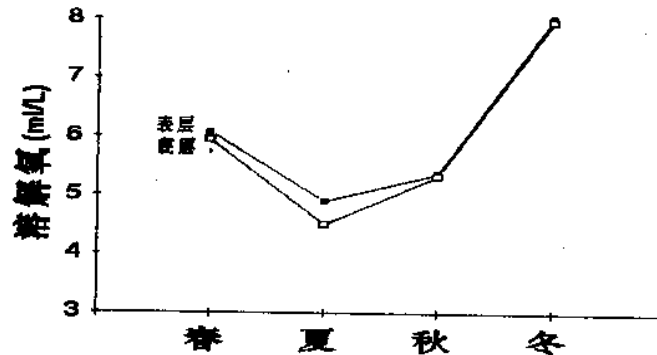


图 5 溶解氧的季节变化

Fig.5 Seasonal variation of dissolved oxygen

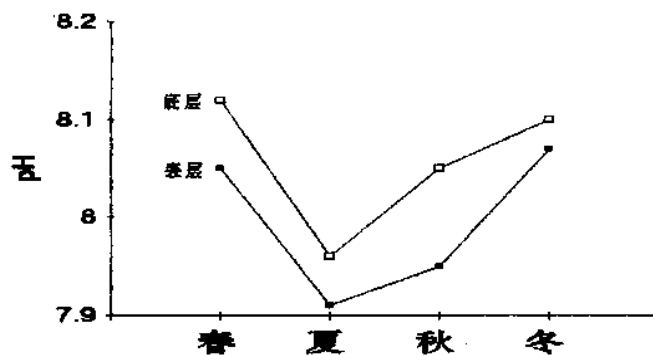


图 6 pH 的季节变化

Fig.6 Seasonal variation of pH

天然海水中浮游植物摄取磷酸盐至少可超过其必需量的 30 倍, 储存在细胞内, 以备周围水中磷酸盐不足时, 利用这些储存的磷继续进行分裂繁殖^[2]。渤海水域 $\text{PO}_4 - \text{P}$ 含量中下, 年变化约为 $0.34 \mu\text{mol/L}$ 。其含量冬季最高, 夏季最低(见图 7), 与浮游植物总量变化趋势大体一致。除冬季外, 一般表层含量大于底层, 特别是夏季差异较大, 这与夏季浮游植物繁殖旺盛, 可消耗较多磷酸盐有关。与 1982 年历史同期资料相比, $\text{PO}_4 - \text{P}$ 下降较大。其下降原因显然与河川径流减少有关。除冬季外, 一般表层含量小于底层, 特别是夏季差异较大, 这与夏季浮游植物活动旺盛, 数量较高, 消耗表层较多磷酸盐有关。

2. 硅酸盐 $\text{SiO}_3 - \text{Si}$ 是海洋浮游植物所必需的营养盐之一, 特别对硅藻是必需的营养元素之一, 而硅藻通常又是海洋浮游植物总量主体, 其分布变化除受海洋生物季节变化影响外, 主要受江河径流的影响, 另外, 海水的运动对 $\text{SiO}_3 - \text{Si}$ 的分布变化也产生一定的影响, 其季节变化为, 夏、秋季含量较高, 冬、春季较低(见图 8)。上述变化恰与渤海丰水期和枯水期相对应。进一步表明渤海 $\text{SiO}_3 - \text{Si}$ 的含量变化主要受陆水径流所控制^[5]。与 1982 年历史同期资料相比, 下降较大, 表明与沿岸径流量的减少有直接关系。

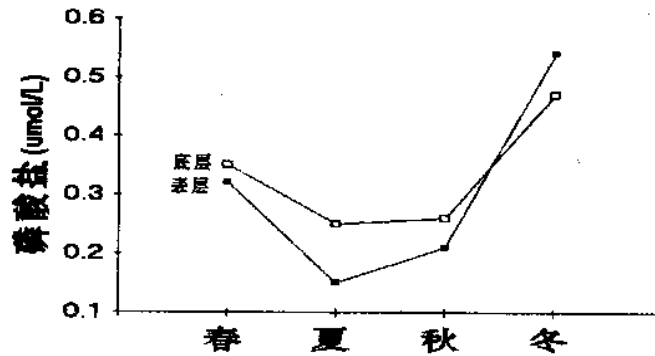


图7 磷酸盐的季节变化

Fig.7 Seasonal variation of phosphrate

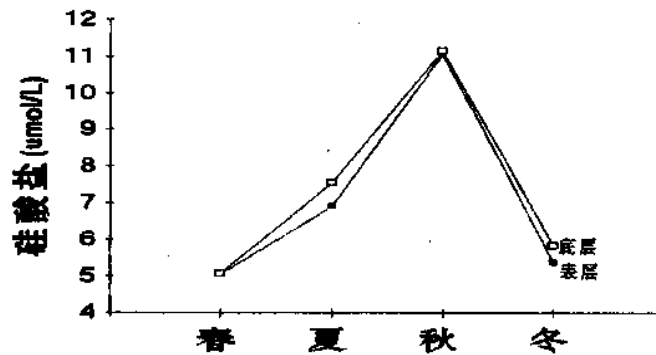


图8 硅酸盐的季节变化

Fig.8 Seasonal variation of silicate

3. 无机氮 氮和磷是细胞原生质的重要组成部分,它们按一定比例被浮游植物所摄取,当任何一种要素含量低于或高于一定比值时,都会抑制生物的生长和繁殖甚至中毒死亡。海水中的氮主要由沿岸径流带人,其次是大气降雨和海洋生物的排泄以及尸体腐解,因此有明显季节性和地区性变化。

渤海水域无机氮年变化较大(见图9),其中占无机氮主体的 NO_3-N 的季节变化为,冬季含量最大(4.58 $\mu\text{mol/L}$),夏季最低(1.41 $\mu\text{mol/L}$),这种分布符合北温带营养盐冬高夏低的变化规律^[6]。 NH_4-N 含量变化较 NO_3-N 小,春季含量较高于其它季节,这可能与春季大量使用氮肥,随水土流失进入海洋有关^[7-8]。 NO_2-N 终年含量较低,变化较小,其中夏季含量相对较高,这与夏季水温较高,有机质分解较快有关。

按照N平衡系统的热力学趋势,无机氮绝大部分应将转化为 NO_3-N 而存在于海洋中,但是,在生物作用强烈的浅海中,特别是在河口沿岸,各种形态无机氮之间热力学平衡是

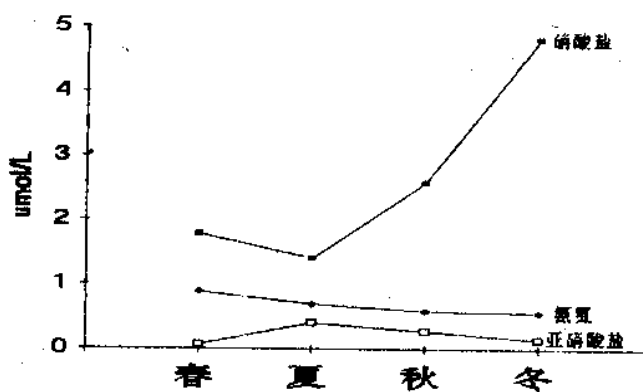


图 9 无机氮的季节变化

Fig.9 Seasonal variation of inorganic nitrogen

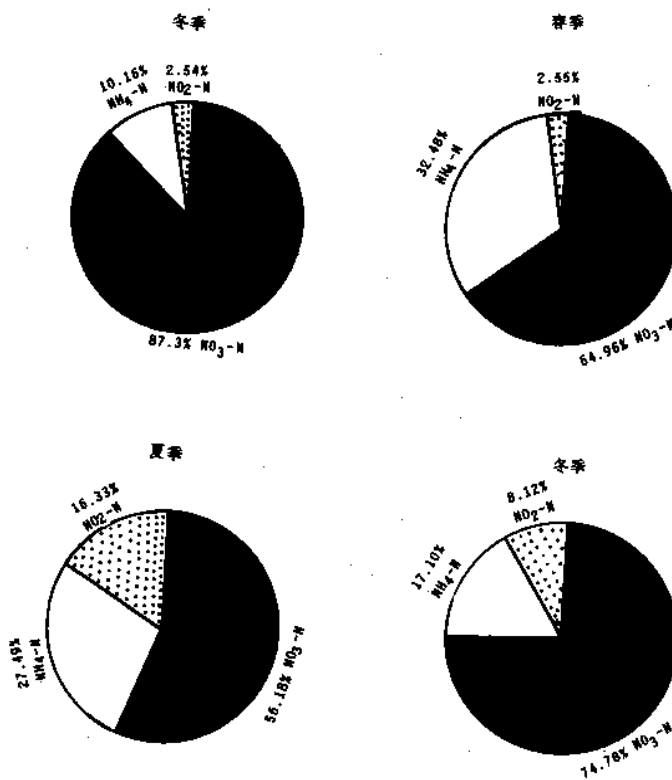


图 10 各种无机氮盐所占总无机氮的百分比

Fig.10 Percentage of every inorganic nitrogen salt in the total inorganic nitrogen

难以达到的。如图 10 所示,冬、秋季硝酸盐占总无机氮的百分比较大,其它无机氮盐所占百分比较小,说明渤海冬、秋季硝化作用占主导地位,而春、夏季氨氮所占总无机氮百分比相对较大,说明渤海春、夏季氨化作用占优势。

讨 论

(一) 渤海水化学历史演变

与 1982 年渤海增殖水化学历史同期资料相比,从整个渤海看,溶解氧和 pH 变化不大,总无机氮年平均含量比 1982 年增加了 18.3%,其中硝酸盐和亚硝酸盐比 1982 年分别增加了 33.3% 和 35.2%,但氨氮比 1982 年下降了 14%,其下降原因除可能与无机氮硝化作用占主导地位外,另一原因还可能与浮游植物在氮循环中最先吸收氨氮所致^[9,26]。从各季节氨氮与浮游植物数量比较可看出,两者呈较好的负相关关系,其关系式为:

$$\text{NH}_4 - \text{N} = 0.08 - 0.0012 \text{ PTP} \quad r = -0.8385$$

其下降原因还有待于今后进一步研究。磷酸盐和硅酸盐年平均含量较 1982 年却下降较大,分别比 1982 年降低了 1.85 倍和 2.18 倍(见表 1)。从局部海区看,渤海各内湾营养盐变化更为明显,尤其是渤海湾和辽东湾变化尤为显著,如渤海湾磷酸盐和硅酸盐分别比 1982 年

表 1 1959、1982 和 1992 年渤海水化学调查结果比较*

Table 1 The comparison of results in 1959, 1982 and 1992

项 目(Items)	1959 年	1982 年	1992 年
pH	8.15	8.10	8.03
溶解氧(ml/L) Dissolved oxygen	6.06	5.99	6.02
硅酸盐($\mu\text{mol/L}$) Silicate - Si	26.18	22.40	7.05
磷酸盐($\mu\text{mol/L}$) Phosphate - P	0.80	1.21	0.33
亚硝酸盐($\mu\text{mol/L}$) Nitrite - N	/	0.17	0.26
氨 氮($\mu\text{mol/L}$) Ammonia - N	/	0.79	0.68
硝酸盐($\mu\text{mol/L}$) Nitrate - N	0.71	1.63	2.65
总无机氮($\mu\text{mol/L}$) Total IN	2.61	3.01	3.56

* 1982 年磷酸盐的数据为 2、5、10 月

下降 3.5 倍和 3.2 倍,硝酸盐增长了 1.5 倍(见表 2)。由上分析可看出,1992 年渤海无机氮含量较 1982 年有所上升,但无机磷和无机硅含量却明显下降。无机磷和硅含量的下降可能与沿岸河川径流量减少有关,如对渤海影响最大的黄河、海河和滦河等河水的利用率近年来大增,黄河的年均引水量已超过入海径流量^[10],海河和滦河上下游均建有防潮闸和引水渠,平时几乎没有入海量,只有汛期部分入海^[7, 11],因而造成对营养盐的补充量下降。另外,从

受径流量影响较大的盐度的年变化也可得到佐证,如 1982 年 8 月和 10 月黄河口附近的盐度值分别为 29.37 和 27.75,而 1992 年同期的盐度值却分别上升至 30.76 和 29.74,进一步说明 1992 年渤海径流量的减少。而无机氮的增加可能与沿岸地区大量使用氮肥有关^[7, 12]。我国长江口水域近年来也呈硝酸盐增长趋势,如 1980 年 6 月中美合作调查中,该区的硝酸盐含量最高值为 $65\mu\text{mol/L}$,而 1963 年最高值仅为 $15.7\mu\text{mol/L}$,其原因也与大量使用氮肥有关^[13]。多数研究者认为,氮、磷等营养物质浓度升高是藻类繁殖的原因,其中以磷为关键因素^[14]。由此不难导出,1992 年渤海浮游植物数量($98.6 \times 10^4 \text{cell/m}^3$)较低于 1982 年($322.2 \times 10^4 \text{cell/m}^3$),与无机磷含量降低较大也可能有一定关系,其原因还有待于今后进一步调查。

表 2 渤海各内湾营养盐年变化比较($\mu\text{mol/L}$)

Table 2 The comparison of nutrient salt content in different waters in the Bohai Sea

海区 Waters	$\text{SiO}_3 - \text{Si}$		$\text{PO}_4 - \text{P}$		$\text{NO}_3 - \text{N}$	
	1982 年	1992 年	1982 年	1992 年	1982 年	1992 年
莱州湾 Laizhou Bay	19.70	5.64	0.68	0.21	3.23	4.68
渤海湾 Bohai Bay	44.81	10.69	1.17	0.26	1.48	3.66
辽东湾 Liaodong Bay	26.24	8.90	0.97	0.21	0.65	1.55
渤海中部 Central section	16.96	6.44	1.14	0.36	1.13	1.74

(二) 渤海水化学特征及其评价

综上所述表明,渤海无机氮呈上升趋势,但低于海水一类标准。无机磷与历史资料相比下降较大,低于海水一类标准。不同研究结果表明,海水中磷酸盐和硝酸盐浓度对浮游植物生长的影响有较大差异,例如,有人认为小于 $0.55\mu\text{mol/L}$ 时会降低某种硅藻的生长速率^[27]。有人认为小于 $0.12\mu\text{mol/L}$ 时会成为限制因素^[15, 28]。浮游植物对硝酸盐需求量较大,不同的属和种的浮游植物需求量也不同,一般硝酸盐对浮游植物生长的限制浓度在 $0.2 - 1.95\mu\text{mol/L}$ ^[15, 28],而朱树屏研究结果则认为,海洋浮游植物对溶解态无机氮和磷的最适浓度要求的下限分别为 5.71 和 $0.58\mu\text{mol/L}$ ^[29],邹景忠等人认为 $0.48\mu\text{mol/L}$ 以上的无机磷是浮游植物生长繁殖的起码浓度^[16]。

汇总 1992 年渤海水化学调查结果(见表 3),与上述海洋生物对水体水化学环境的要求相比可看出,渤海溶解氧含量丰富,均满足于海水一类标准。pH 值适中,变化较小,是温带各种海洋生物生长繁殖的良好环境。无机硅含量尽管较 1982 年下降较大,但其含量仍较丰富。由于硅藻在浮游植物总量中占支配地位,并且需硅量最高,一般海水中 $\text{PO}_4 - \text{P}$ 与 $\text{SiO}_3 - \text{Si}$ 的含量比为 $1:8$ ^[17],若按 $0.48\mu\text{mol/L}$ 为浮游植物对 $\text{PO}_4 - \text{P}$ 需求适宜浓度的大致起始量值,推论海水中硅含量为($0.48 \times 8 = 3.84\mu\text{mol/L}$)以上时,对浮游植物将无影响,由此看出,渤海 $\text{SiO}_3 - \text{Si}$ 均大于此值,不构成浮游植物的限制因子,只是自养生物对其吸收利用对量值变化有一定影响。渤海 $\text{SiO}_3 - \text{Si}$ 含量主要受陆水径流所控制。而作为浮游植物繁殖生长的主要营养盐类的无机氮和无机磷,除冬季其量值基本可满足浮游植物所需的最适起码浓度外,其它季节低于上述标准。由各内湾水域看,辽东湾和渤海中部硝酸盐平均值在上

述限制浓度内,并较低于朱树屏所研究的浓度下限,而莱州湾和渤海湾硝酸盐平均值高于上述浓度限制范围,但低于朱树屏所研究的浓度下限。磷酸盐均低于 Harvey 和朱树屏等人的研究结果,但高于 Fogg 等人的研究结果。由此可见,1992 年渤海无机氮和无机磷对于浮游植物的繁殖生长来说仍显不足。与其它半封闭内湾相比,如日本的伊势湾无机氮和无机磷分别为 15.1 和 1.0 $\mu\text{mol/L}$;三河湾分别为 10.1 和 0.6 $\mu\text{mol/L}$,更显不足^[24]。

表 3 渤海水化学调查结果

Table 3 The results of survey in the Bohai Sea

项 目 Items	春 Spring	夏 Summer	秋 Autumn	冬 Winter
pH	8.09	7.95	8.00	8.08
温度(°C) Temperature	14.95	23.18	17.92	1.91
盐度(‰) Salinity	31.59	30.75	30.73	31.16
透明度(m) Transparency	1.80	3.00	1.30	1.00
溶解氧(ml/L) Dissolved oxygen	6.07	4.85	5.35	7.82
无机硅($\mu\text{mol/L}$) Inorganic silicon	4.71	7.04	10.59	5.86
无机磷($\mu\text{mol/L}$) Inorganic phosphorous	0.34	0.19	0.26	0.53
无机氮($\mu\text{mol/L}$) Inorganic nitrogen	2.74	2.51	3.45	5.51

氮磷比(原子比)是氮与磷两元素对水体富营养化重要性指标,一般海水中正常 N/P 比值约为 16:1^[30]。浮游植物从海水中摄取的 N/P 比值也约为 16:1^[31]偏离过高或过低都可能引起浮游植物的生长受到某一相对低含量元素的限制^[32]。由渤海局部海域看,莱州湾、渤海湾的总无机氮与磷酸盐的 N/P 均大于 16:1,其中受黄河水影响较大的莱州湾 N/P 最大,这显然与黄河水含有较高 $\text{NO}_3 - \text{N}$ 有关^[18]。而其它海区 N/P 却小于 16:1(见表 4)。因此,由 N/P 比值可大体推论,莱州湾和渤海湾无机磷似乎显得相对紧缺,为主要限制因子。而辽东湾和渤海中部无机氮则可能为浮游植物生长繁殖的主要限制因子。从表 4 中无机氮和无机磷的平均含量也可说明上述结果,如莱州湾和渤海湾无机氮含量大致在浮游植物生长繁殖最适浓度的下限波动,而无机磷含量却较低于其最适浓度的下限。对于辽东湾和渤海中部虽然无机氮和无机磷含量都低于上述标准的下限,但无机氮含量与无机磷含量相比更显得较低,并且 N/P 也较小于 16:1。因此可大致认为,莱州湾和渤海湾无机磷可能为浮游植物生长繁殖的主要限制因子,而辽东湾和渤海中部无机氮则可能为浮游植物生长繁殖的主要限制因子。与邹景忠等人的分析结果基本一致^[16]。

就整个渤海看,尽管 1992 年渤海无机氮含量有所上升,并且 N/P(10.8)比 1982 年(3.2)也高约 2.4 倍,但仍低于 Redfield 比值,无机氮仍为渤海浮游植物生长的主要限制因子,与有关研究结果相一致^[19, 20]。Harvey 培养浮游植物生长繁殖的实验也指出,氮的消耗量比磷大约 9 倍^[27],可见,渤海的氮源仍显不足。但需指出的是,渤海无机磷含量除冬季基本满足浮游植物生长繁殖最适浓度的下限外,其它季节均较低于 Harvey 和朱树屏等人的研究结果(见表 3),故认为无机磷在一定程度上也可能起一定的限制作用。

表 4 渤海各水域 N/P 比较

Table 4 The comparison of N/P in different waters

海区 Waters	无机氮($\mu\text{mol/L}$) Inorganic nitrogen	无机磷($\mu\text{mol/L}$) Inorganic phosphorous	N/P
莱州湾 (Laizhou Bay)	5.98	0.21	28.7
渤海湾 (Bohai Bay)	5.09	0.26	19.6
辽东湾 (Liaodong Bay)	2.16	0.22	9.8
渤海中部(Central section)	2.56	0.36	7.2
全渤海 (Bohai Sea)	3.56	0.33	10.8

综上分析表明,1992年渤海无机氮较历史调查资料有所上升,但无机磷和无机硅含量却下降较大,前者可能与沿岸农业上大量使用氮肥有关,后者显然与径流量减少有关。与海水一类标准和渔业水质标准相比较,营养状况基本处于中下营养水平。即使对渤海营养盐输入影响较大的黄河口附近,营养水平也并不太高,与田家怡等人分析结果相一致^[21]。但对于某些局部水域,如莱州湾无机氮含量较高于其它海区,为全海区之首,无机磷含量与其它海区相差不大,并且浮游植物数量也较高于其它海区,从环境科学的角度上讲均有利于渤海的增殖发展。但从整个渤海分析看,1992年无机磷和无机硅含量的降低,特别是基础饵料的降低,对于渤海的增殖业的发展在一定程度上造成一些不利因素。但应特别指出的是,对于某些近河口以及水交换较差的水域,特别是人口密集工农业较发达的沿岸地区,因大量工业废水和生活污水的直接排入海中,有时会造成局部水域富营养化,近年来时有发生局部水域危害程度不同的赤潮,应引起注意^[22]。再者因海水养殖排放的大量有机质水引起局部水域富营养化也应引起重视,如1990年8-9月,天津塘沽-河北黄骅百余里沿海,出现了世界上罕见的大规模赤潮,其中一个重要成因是由大量虾池排放水造成的。因此,对于污水排放量较大的沿岸水域以及养殖业较发达的沿海地区的自身污染而造成的局部水域富营养化不容忽视。

参 考 文 献

- [1] 海洋监测规范编辑委员会,1991.海洋监测规范,69-110.海洋出版社。
- [2] 厦门水产学院主编,1980.海洋浮游生物生态学,194-196.农业出版社。
- [3] 川本信文编,1970.鱼类生态学,46-49.恒星社厚生阁版。
- [4] 厦门大学海洋化学教研室译,1976.海洋化学,124-126.科学出版社。
- [5] 刁焕祥,1985.渤海硅酸盐与水文生物因素关系探讨.海洋湖沼通报,2:32-36。
- [6] 国家海洋局第一海洋研究所,1988.桑沟湾增殖环境调查研究,80.青岛出版社。
- [7] 全国海岸带环境质量编写组,1989.中国海岸带和海涂资源综合调查报告集.环境质量调查报告,3-313.科学出版社。
- [8] 顾宏堪等,1982.长江口附近海水中亚硝酸盐及氨.青岛海洋大学学报,12(2):31-38。
- [9] 杨小龙等,1990.浮游植物营养代谢研究新进展.黄渤海海洋,8(3):65-74。
- [10] 钱意颖等编,1993.黄河干流水沙变化与河床演变,85-163.中国建材出版社。
- [11] 唐山市计划委员会,1991.唐山国土资源,54.天津出版社。
- [12] 张金城,1980.对黄渤海沿岸发展增殖途径的初步探讨,110.中国水产学会。

- [13] 顾宏堪等, 1981. 长江口附近海水中硝酸盐. 青岛海洋大学学报, 11(4):37-45.
- [14] 吴学周主编, 1983. 中国大百科全书(环境科学), 102-103. 中国大百科全书出版社.
- [15] 山东省海岸带办公室, 1990. 山东省海岸带综合调查报告集, 265-267. 科学出版社.
- [16] 邹景忠等, 1983. 渤海湾富营养化和赤潮问题初探. 海洋环境科学, 2(2):45-54.
- [17] 集美水产专科学校, 1961. 浮游生物学, 101. 农业出版社.
- [18] 陈淑珠等, 1991. 黄河口附近营养盐分布特征. 青岛海洋大学学报, 21(1):23-41.
- [19] 崔毅等, 1992. 渤海浮游植物与理化环境关系初探. 海洋环境科学, 11(3):56-59.
- [20] 林庆礼等, 1991. 渤海增殖水化学环境. 海洋水产研究, 12:11-22.
- [21] 田家怡等, 1983. 黄河口附近海域有机污染与赤潮生物的初步探讨. 海洋环境科学, 11(2):46-50.
- [22] 许昆灿, 1992. 我国近海海域环境质量和污染监测研究. 海洋环境科学, 11(3):12-15.
- [23] 张朝贤等, 1991. 赤潮的监测和防治简介. 黄渤海海洋, 9(2):63-68.
- [24] 偏部纯男, 1979. 环境科学としての海洋学, 3:106.
- [25] Prosser, C. C., and F. A. Brown, 1962. Comparative animal physiology, W. B. Sandess Company, London. 153-197.
- [26] Conway, H. L., 1977. Interaction of inorganic nitrogen in the uptake and assimilation by marine phytoplankton, *Mar. Biol.*, 39:221-232.
- [27] Harvey, H. W., 1957. The chemistry and fertility of sea water. Cambridge.
- [28] Foff, G. E., 1975. Primary productivity In: *Chemical Oceanography*, 2nd. Ed., Academic Press. Vol. 2: 386-455.
- [29] Chu, S. P., 1949. Experimental studies on the environmental factors in influencing the growth of phytoplankton. *Cont. Fish. Res. Inst. Dept. Fish. Nat. Univ. Shantung*, 1:37-52.
- [30] Smith, S. V., 1984. Phosphorous versus nitrogen limitation in the marine environment. *Limnol. Oceanogr.*, 29(6): 1149-1160.
- [31] Olausson, E. et al., 1980. *Chemistry and Biogeochemistry of Estuaries*, New York, JW&S. 147.
- [32] Redfield, A. C., et al., 1963. The influence of organisms on the composition of seawater. *The sea*, MN. Hill (ed.), Interscience, 26-77.

STUDY ON STATUS OF BIO - PHYSIC - CHEMICAL ENVIRONMENT IN THE BOHAI SEA

Cui Yi Chen Bijuan Ren Shengmin Chen Jufa Song Yunli

(Yellow Sea Fishery Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071)

ABSTRACT This paper mainly discussed the status of hydrochemistry environment and the relationship with bait organisms in the Bohai Sea. The results show (1) Temperature of the Bohai Sea assumes the typical feature of temperate zone, the values of salinity, dissolved oxygen and pH are moderate and is the favourable environment for the growth of marine organisms; (2) Nutrient salt is closely related with bait organisms and coastal runoff, and shows the typical seasonal variation; (3) Compared with historical data, the content of inorganic nitrogen is increased to some extent, but those of phosphate and silicate are considerably decreased, the status of nutrition is basically at a medium level; (4) N/P ratio is higher than that in history, but is still less than "Redfield" ratio. Inorganic nitrogen is still a restrictive factor for the growth of phytoplankton in the Bohai Sea.

KEYWORDS Bio - Physic - Chemical environment, Nutrient salt, Phytoplankton, Bohai sea