

黄 骅 赤 潮



国家海洋局第一海洋研究所

一九九三年四月

第一章 绪 论

一、赤潮的概念

赤潮是由于海洋环境的变化,由某种或几种浮游植物及原生动物暴发性增殖或聚集引水体变色的生态异常现象。赤潮的发生不仅使海洋环境受到破坏,而且有时能引起鱼、虾、贝类等海洋生物的大量死亡。

赤潮时水体不一定都呈红色,还有白、黄、褐、绿棕或其它颜色。这些颜色的变化都是由不同的赤潮生物所决定的。

随着赤潮研究的深入,人们对赤潮的概念,提出了不少新的看法,例如某些膝沟藻(*Gongaulax*)引起的赤潮,有时竟不显出任何特别的颜色。有时赤潮发生对鱼、虾等海洋生物并没有产生危害,甚至有时海洋中偶尔发生的小面积斑块或无毒赤潮生物引起的赤潮,特别是虾池中发生多相型无毒赤潮生物引起的赤潮对鱼、虾非但无害,而且并不影响鱼、虾产量。人们对赤潮的认识,特别是利弊的看法,有了更深刻的理解,赤潮与人们对所有事物的认识过程一样,正经历着从表面到本质的发展阶段。因而赤潮的概念不可能是固定不变的,它将变得更科学、更全面、更完善。

二、监测区位置

黄骅市位于华北平原东部,濒临渤海湾,是河北省沧州地区东部沿海的一个县级市,它北侧与天津为邻,南侧分别以半赵河与海兴县,以漳卫新河与山东省无棣县隔水相望,西抵沧州市沧县。

为进行黄骅赤潮的监测及研究,在黄骅市5m以浅的近岸水域及虾池,设立了监测区。

三、监测站位的布设

海上监测站位均布设在河口,深度在5m以浅的海域。从北往南设立了歧口近海、南排河口、前徐家堡近海、大口河口四个海上监测点。虾池监测站位分别布设在沿海歧口镇、南排河镇、赵家堡乡、新村乡,这是为了获得面上的资料。另外为了获得虾池系统的赤潮监测资料,又专门在南排河镇2000亩虾池的进水、1号虾池、扇贝池(2号池)、排水口进行系统监测。以上站位为定点、定期监测点。除固定站位外,对一些虾池水质恶化、浮头、突发赤潮以及死鱼死虾的虾池也及时进行监测。

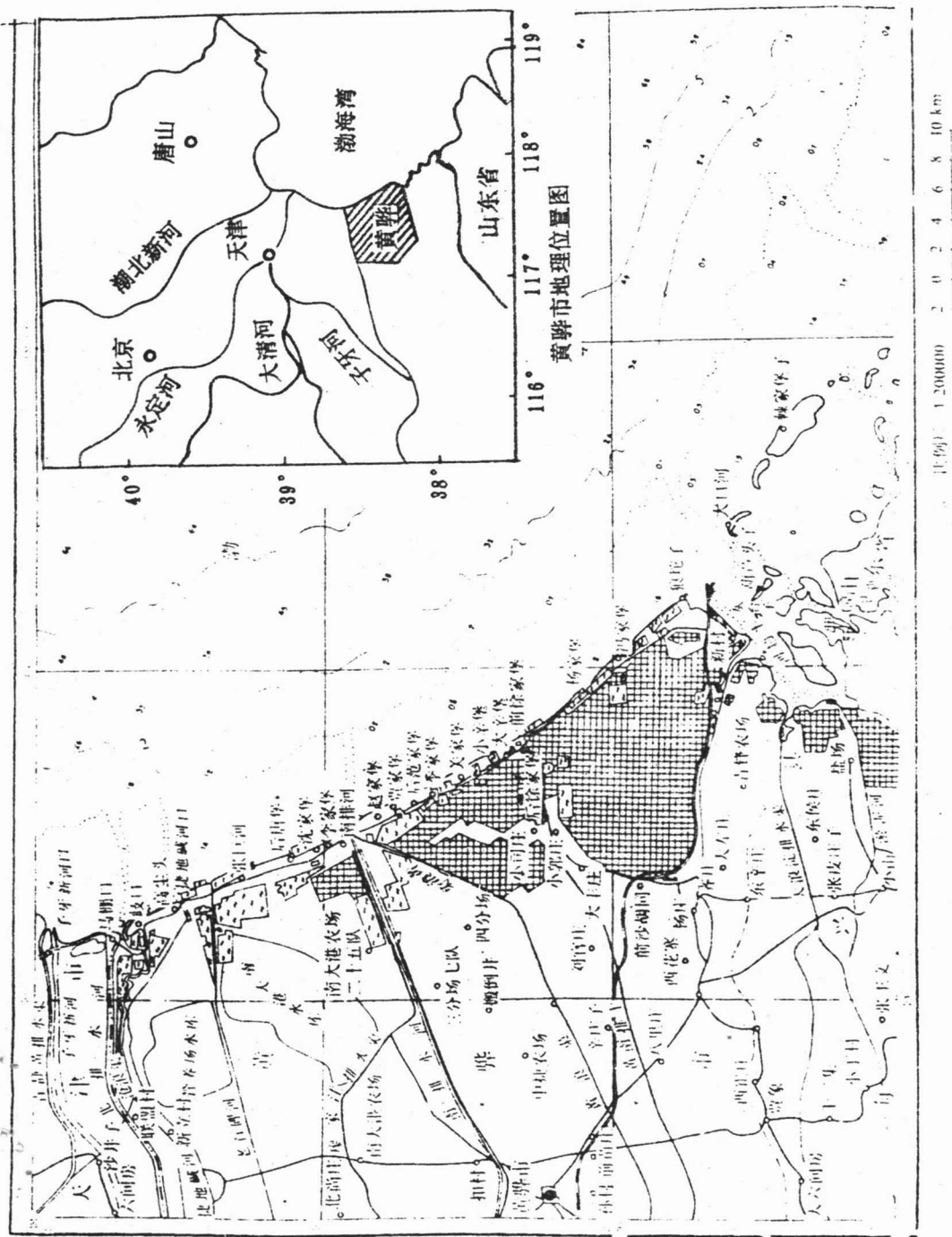


图 1-1 黄骅市监测位置 (附黄骅地理位置图)

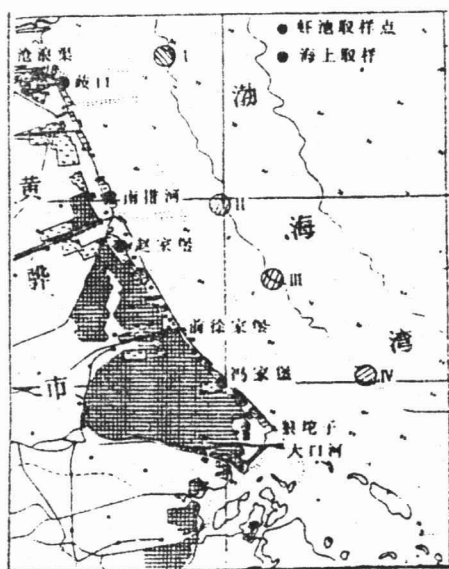


图1-2 黄骅近岸海域及虾池
取样站位图

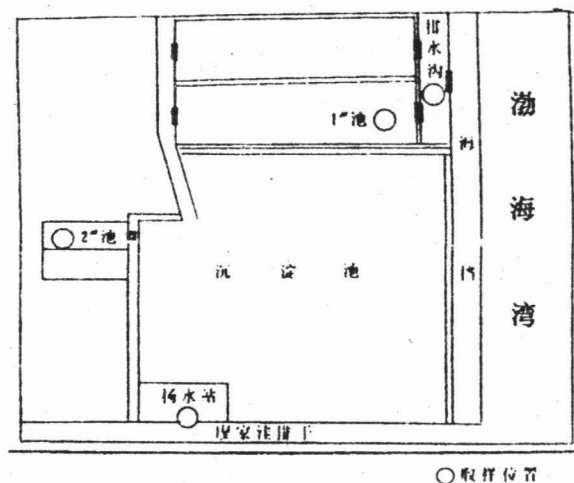


图1-3 黄骅南排河镇虾池监测系统
位置图

四、研究方法及内容

采取现场监测、监视和室内模拟试验相结合，固定的虾池、河口及海上站位取样，分析相结合的方法进行赤潮的监测及研究工作。防治及管理工作由科研及地方政府有关单位共同进行。管理工作必须充分发挥地方政府及水产部门的职能。成立由群众参加的监测网及时告知赤潮与灾情，加强从事赤潮研究的科技人员与虾农的直接联系，把监测资料及研究成果、防治方法及时与虾农见面，直接为海洋环境保护，为养殖业，为虾农服务。

充分利用现有的海洋监测、监视单位的条件及设备，针对赤潮防治的需要建立监测站。定期、定点取样分析、测试，掌握水化学要素的变化，水文、气象及污染的基本状况，浮游生物的种类和数量，虾池底质状况，从而找出赤潮形成的主要影响因子。开展赤潮生物的采集，并进行赤潮生物的杀灭试验，制定科学的虾池换水及投饵量。通过上述的监测及研究工作，筛选出诱发赤潮发生的关键因子，提出赤潮成因和可行的赤潮防治措施。

监测和研究的内容通过图1-4表示：

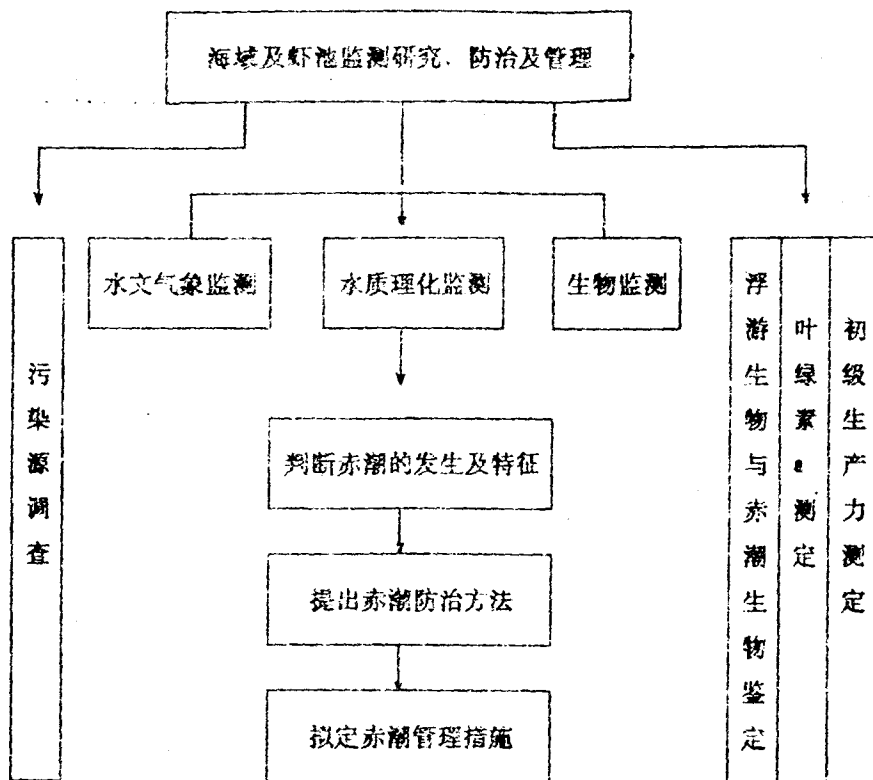


图1-4 监测及研究内容示意图

五、监测项目及分析方法

赤潮监测包括：气象、水质、生物三大项，共有30个子项目。（表1-1 取样及工作量统计表）

从表1-1可见三年来取样及测定样品数量达到13273个获得了大量的第一手资料。在此基础上得到分析数据在20000个以上。

表 1 - 1 监测项目及分析工作量统计表

	项 目	测量次数或 取样数量	记录次数或 分析数量	测量方法或仪器
气象状况	天 气	2 8 5	2 8 5	直 视
	气 温	4 2 0	4 2 0	温 度 计
	风 速	2 8 5	2 8 5	简易风速风向仪
	风 向	2 8 5	2 8 5	简易风速风向仪
海水理化因子	海 况	3 7	3 7	直 视
	照 度	1 3 0	1 3 0	LGC4-2A型水中照度计
	D O	2 8 1	2 8 1	碘 量 法
	D O饱和度	2 8 1	2 8 1	
	C O D	3 0 0	3 0 0	高锰酸钾氧化法
	S i O ₃ S i	2 7 3	2 7 3	硅 钼 黄 法
	P O ₄ P	2 7 7	2 7 7	磷 钼 兰 法
	N o ₂	2 8 8	2 8 8	氮-重氮-偶氮比色法
	N o ₃ N	2 8 8	2 8 8	氮-锌-锡还原法
	N o ₄ N	2 8 8	2 8 8	次溴酸钠氧化法
	P H	2 8 8	2 8 8	电动势测定法
	盐 度	4 3 0	4 3 0	比重计测定
	水 温	4 2 0	4 2 0	水 温 计
	水 色	2 8 8	2 8 8	比 色 计
	透 明 度	3 0 9	3 0 9	透 明 度 盘
	水 深	5 6	5 6	测 绳
虾池底质化学	全 氮	1	1	凯氏定氮法
	磷	1	1	磷钼兰法
	有 机 质	1	1	重铬酸钾氧化法
	硫 化 物	1	1	离子选择电极法
生物	近海浮游植物网	3 7	3 9	浅水Ⅲ型网采样
	近海浮游动物网	3 8	4 0	浅水Ⅰ型网采样
	近海水样	3 8	3 8	桶采水样
	虾池与河口水样	2 4 3	2 4 2	桶采水样
	初级生产力	6 9 4	6 9 4	黑白瓶法
	叶绿素 a	2 5 9	2 4 2	7 2 1 分光光度计测定

以上监测内容在测定、分析时均按国家海洋局编制的海洋调查规范进行。

达85.7%。

(七) 赤潮

黄骅沿岸海域的赤潮过去也曾有发生,但多为传闻,没有可靠的记录,更没有分析及研究的成果。1989年8-9月间本区沿岸海域及虾池发生严重的裸甲藻赤潮。该赤潮对海水捕捞及养殖业造成严重损失,海洋环境也造成巨大破坏。仅养殖对虾就减产2000T造成直接经济损失2500万元。如加上与对虾养殖配套的饵料生产、冷藏加工及海洋捕捞减产等造成的经济损失可达6000万元以上。现在把此次赤潮的一些特征归纳如下:

1. 赤潮范围与扩散路径

1989年8-9月,在黄骅市近海及虾池发生的赤潮北起歧口镇,南抵新村半趟河畔,西至中捷和南大港农场沿河分布的虾池,东至沿海滩涂和浅海的水域。1989年9月7日对赤潮进行了监测飞行,从获得的照片上可以看到当时赤潮分布范围,在歧口-赵家堡与岸相连接的水域,长约20余Km,宽1.5Km。赤潮在沿海分布的显著特点是不稳定,它随着潮流、潮位及风向的变化而变化,有时在距岸10-20Km的海域也能时而见到红色水团或水带,一般距岸3-5Km。黄骅市发生的赤潮集中在滩涂及虾池内,以虾池赤潮最为严重。分布在沧浪渠河口段的虾池于8月初首先出现赤潮,并逐渐从西向东蔓延,从换水条件差,水浅和投饵多,虾体大的虾池向换水条件好,水深的虾池扩散,虾池水色越来越深,从8月4日后,歧口镇赤潮日见发展、加重(图3-1)。

赤潮生物迅速繁殖,虾池排放的赤潮水进入海域以后,使沿岸海域中赤潮加剧,随着东北方向的涨潮流,南下的沿岸流,使浑浊的赤潮水向南扩散,进入廖家洼排干、南排河等河流并沿河上溯,赤潮水便进入南排河一带的虾池。8月10日-11日赤潮生物在南排河镇虾池中迅速蔓延,在沧州冷冻厂承包的南排河镇的虾池中出现部分对虾死亡现象,与此同时,赵家堡乡的虾池也发生赤潮,8月13日在后范家堡、刘家堡、季家堡的虾池中,池水成红褐色,赤潮已较为严重。8月15日冯家堡有少量虾池出现赤潮,8月20日以后,赤潮在冯家堡迅速蔓延,并部分波及到新村、狼坨子一带,8月30日赤潮的南界抵达半趟河畔,此时赤潮已危及黄骅沿海大部分虾池,从歧口-狼坨子到处可见红褐色赤潮水,对虾大量死亡。然而赤潮的严重程度各处不一,有时虾池相邻而赤潮状况有很大的不同,造成的对虾损失也有很大的差别,投饵越多、残饵越多,富营养化程度越是高的虾池,赤潮格外严重,投饵少的虾池赤潮较轻。在南排河镇不投饵的扇贝池中,竟然没有形成赤潮,扇贝成长良好,平均壳高在5cm以上。

2. 赤潮始末及兴衰过程

8月1日在歧口镇高尘头东方红大队对虾养殖场(以下简称东方红养殖场)的1-14号虾池进行的水质监测表明,14个虾池的溶解氧和水温平均值上午5:00分别为4.33mg/L, 26.8°C, 下午7:00为6.81mg/L, 27.9°C。反映虾池水质及生物状态较正常。8月3日溶解氧与温度的平均值;上午5:30溶解氧为5.02mg/L、水温26.8°C, 下午7:00溶解氧9.37mg/L、水温达29.2°C, 8月3日的水温比8月1日高

1.3°C, 下午日落前溶解氧含量与上午的日出前的溶解氧含量的比值是1.9, 比8月1日的1.6高出0.3。水温的升高促使藻类大量增殖。藻类的增加从虾池溶解氧的增加和上、下午的比值增加可以看出, 对于同一种藻类来说, 藻类数量的增加才能导致清晨与下午水体中溶解氧含量的比值的增加。由此可见8月3日虾池中的藻类已比8月1日显著增加, 虾池浊度增大、水色变深, 赤潮征兆出现。部分虾池出现“红水”。

8月11日歧口地区风力微弱, 虾池最高水温达32°C, 东方红养殖场上午5:30分溶解氧含量为4.9mg/L, 下午6:50为9.6mg/L。由于水温上升约3°C, 天气闷热, 适宜在稳定水体中生活的裸甲藻爆发性增殖, 在投饵多、生长迅速的一些虾池, 池水为褐红色, 并伴有大量对虾死亡, 最严重的是歧口对虾长得最快, 个体最大的养虾户王学良的167亩虾池中的对虾于11日几乎全军覆没。裸甲藻赤潮在歧口形成并产生严重的危害。

8月11日在南排河镇2000亩虾池中也有较多对虾死亡。当时的南排河1号池测得的9-12日气温、水温、盐度、溶解氧如表3-1。溶解氧在下午的强光照射下的高值及夜晚和黎明时的低值是浮游植物形成的赤潮最典型的特征。8月10日-11日在歧口及南排河镇虾池, 形成一次赤潮的兴盛期。这一次兴盛期, 从表1分析可见, 10-11日气温急剧升高, 特别是11日最高气温达36.4°C, 水温达32°C, 风向SSW, 风速4.7m, 降雨量为0.9mm。由于气温突然升高2.9°C, 风速比10日减弱, 又因风向SSW, 属离岸风, 不易激起波浪, 加上潮位低, 扬水站抽不上水, 使虾池换不上足够的新鲜海水, 导致浮游植物在虾池中暴长, 形成严重的赤潮。12日本区风力增强至7.7m/s, 风向转为ENE, ENE是本区强风向, 这股向岸风, 在浅水、潮滩区引起较大的风浪, 使沿岸水体得到较充分的交换, 又因气温明显下降, 最高气温下降4.2°C, 水温下降2.6°C, 因而赤潮虽然仍然存在, 但此时已有所减弱, 死虾现象明显减少。

表3-1 8月9-12日 黄骅天气与南排河镇虾池水温盐度值

日期	盐度	水温	气温	风向	风速	降雨(mm)
9日	28	30.3	33.7	SSE	4.0	
10日	28.10	30.1	33.5	SSW	7.3	1.7
11日	28.13	32	36.4	WSW	4.7	0.9
12日	28.13	29.4	32.2	ENE	7.7	0.0

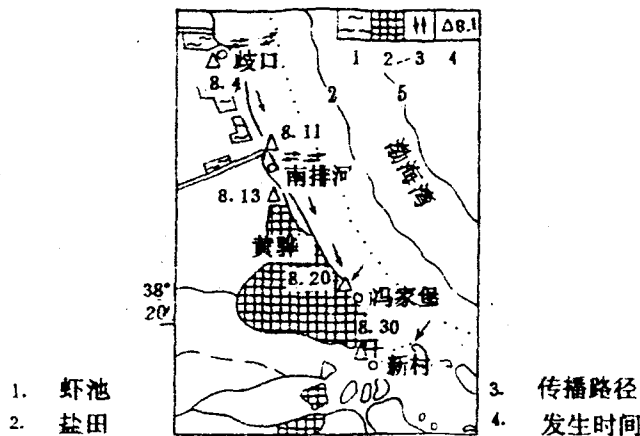


图3-1. 赤潮传播的路径

自8月22-29日,黄骅赤潮到了最盛期,不仅在全区都有出现,而且大片虾池均为红褐色水,看不见池底和对虾,这一阶段的气象条件如表3-2。

表3-2 黄骅沿海8月22-29日天气状况

日期	盐度	水温 (°C)	气温 (°C)	风向	风速 (m/s)	降雨 (mm)
8月20日	28.76	25.3	23.2	NW	5.7	
8月21日	29.15	25.2	26.5	ENE	4.0	
8月22日	29.00	25.3	28.1	ENE	4.0	
8月23日	29.15	26.1	28.9	ESE	4.3	
8月24日	28.74	26.5	28.5	ESE	4.7	
8月25日	29.36	26.7	30.8	ESE	5.7	
8月26日	29.39	25.1	31.5	ENE	5.0	
8月27日	29.72	25.2	31.3	E	4.5	
8月28日	28.83	26.6	33.8	SE	4.0	
8月29日	28.65	28.2	29.3	NNE	10.3	4.9

从表3-2所见,这一阶段的气温变化是19-21日较低,最高气温在23.2-26.5°C,以ENE风为主,自22日起气温明显升高,22-29日气温达28.1-33.8°C,风力弱,无风,风速为4.0-5.7m/s,多ESE风,较高的气温适宜浮游植物生长,繁殖,风平浪静,使排入潮滩的污水很难与海水进行交换,因而抽入虾池的海水,含有大量的浮游植物,无降雨,入海河流枯竭,蒸发量大,使海水盐度升高,这些都是赤潮在全区又趋严重的原由。在这一阶段内,全区大量死虾,29日出现NNE向的10.3m/s大风,并有4.9mm的降雨,自此以后,赤潮又一次有所缓解,虾池水色变浅。在这一阶段中曾于8月26日在歧口、张巨河、高尘头、后唐家堡、冯家堡虾池中采集水样,所采水样均为深红褐色,含大量浮游植物,歧口东方红养殖场虾池为一片红褐色水,浊度增大,水温在28°C,PH增高至9.0左右。

。死虾较严重。直至9月7日才停止死虾。对南排河镇的虾池进行系统采样,并进行赤潮生物的鉴定及数量统计,赤潮生物的优势种是裸甲藻,发现最高含量在1号池排水口,其含量达 1.1×10^8 个/L,在沉淀池中的含量为 3.6×10^8 个/L,排水沟为 3×10^8 个/L。

自9月1日以后,由于陆续的出虾,虾池排出的污水减少和气温下降,因而本区赤潮开始出现消退趋势。9月9-10日,在赵家堡虾池测得裸甲藻含量为 2×10^8 个/L,歧口虾池为 1×10^8 个/L,南排河镇1号池为 8×10^7 个/L,进水沟为 1×10^8 个/L,沧浪渠河口处为 2×10^7 个/L。从表3-3可见此时溶解氧含量较低,氮、磷含量略偏高,海洋环境接近正常水平。赤潮现象不明显。9月14日近岸海域进行采样分析结果见表3-3。

表 3-3 9月14日海域调查情况

单位:mg/L

监测点	结果	项目	PH	DO	COD	NH ₃ -N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	活性磷酸盐
黄骅县徐家堡东 离岸 5Km			8.10	1.70	1.70	0.094	0.030	0.0054	0.027
南排河东离岸 3Km			8.01	2.12	2.12	0.092	0.11	0.0095	0.036
歧口河口			7.93	4.92	/	0.083	0.016	0.0570	0.078

9月15日本区出现ENE向的10.7m/s大风,气温下降,下降幅度达8.1℃,由于ENE和E风风力加强,海域波浪加大,使入海污水得以充分交换,海水自净能力增强,又因此时大部分虾池已经出完虾,不再进行投饵,虾池污染日趋减轻,赤潮因此而明显消退。

综观长达约2个月的黄骅市虾池及海域赤潮,发现它经历了自8月初的形成发展阶段,并于8月10-11日形成第一次高峰期和8月22日第二次更大的高峰期,然后逐渐衰退,一直延续至9月27日左右,基本上完全衰退。然而在一些虾池积水中仍能找到红色水,并含大量裸甲藻。如张居河蔡连军虾池为 6.6×10^8 /L,南排河1号进水口残留水体为 4×10^8 个/L,冯家堡邓铭忠1号池为 4×10^7 个/L。10月8日在赵家堡四号桥3号池收虾后的残留水体中测得裸甲藻含量仍高达 1.9×10^7 个/L,当天水温18.7℃,盐度为32.99,这说明只要虾池不换水,环境没有大的改变,虾池中的赤潮仍能继续存在下去,不过水中赤潮生物量

大大减少。

3. 赤潮的生物组成及其特征

黄骅此次发生的赤潮，其中优势种为裸甲藻，其含量在95%以上，它适宜在水温25℃以上，盐度30的较平静的水体中，还原环境有利它繁殖和生活，它长达29μ、宽17μ。它以细胞分裂的方式进行繁殖，一般每天可繁殖1-2次，因而它的个体以几何级数增长，繁殖速度极快，裸甲藻数量变化引起水色的深浅变化，这不仅反映赤潮的严重程度，而且反映它由弱到强，由强转弱的变化过程。一般来说，随着数量由少增多和由多减少，其水色由浅变深又由深变浅，直至恢复正常。水色的演变的次序如下：浅黄色→浅棕红色→铁锈红色→红褐色（酱油红）→浊白色→铁锈红色→浅棕红色→浅黄色，浅黄色是本区正常水色。少数虾池因藻类大量迅速死亡，并分解使池水呈浊白色。因裸甲藻的繁殖和增多，水色由浅棕红色变至红褐，这反映赤潮的形成到鼎盛期的发育过程。当赤潮衰退时，水色有两种不同的变化，一种是赤潮生物裸甲藻迅速大量死亡，在氧化分解过程中消耗水中大量氧气，水体因缺氧，呈浊白色。另一种常见的是水中的裸甲藻逐渐减少，直至消失，在这种情况下，水色从红褐色变为铁锈红色，然后变为浅棕红色，并能较长时间保持这种颜色，最后恢复正常水色—浅黄色。如赵家堡四号桥3号虾池，在赤潮消退以后的十余天内，仍保持浅棕红色。如果及时换水，池内的裸甲藻迅速减少，水色很快恢复正常。

裸甲藻在水中喜群居，常以块状、条状聚集在一起，在虾池中它的这个特点可以看得十分清楚，一般是在虾池的一角先聚集大量裸甲藻，那里的水色变为浅棕红色，此时虾池中其它地方不含或只有极少的裸甲藻，然后它迅速的繁殖，在虾池中出现带状、块状红色水体，最后在虾池中连成一片，裸甲藻具有极强的趋光性，漂浮在表层生活，当有风时，它们便随风向虾池的另一端移动，在那里大量聚集，水成红褐色，透明度极差，连游动的对虾都很难看清。而虾池的另一端，裸甲藻少，水色也不红。裸甲藻白天上浮至表层生活，而晚上下沉。例如89年8月29日下午4时左右，光照很强，南排河镇虾池排水沟内，表层裸甲藻含量达 4.5×10^8 个/L，水色呈褐红色而在水下40cm处所取水样的颜色就很淡，在60cm以下，水色完全正常，很少含浮游生物，没有赤潮显示，这说明赤潮生物白天主要浮在表层。通过对40cm高的量筒的观察，仅需半小时，裸甲藻就上浮至表面。10月8日在赵家堡四号桥3号池，从上午9时至下午7时，取样并进行分析的结果是下午3时裸甲藻含量为 1.9×10^7 个/L，而下午七时天黑时裸甲藻则减为 8×10^6 个/L，这都说明裸甲藻白天上浮，晚上下沉这一活动规律。

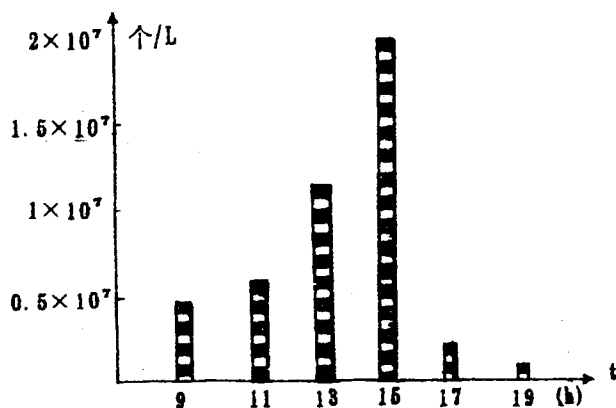


图3-1 赵家堡四号桥3号池表层
赤潮生物10小时的含量变化

裸甲藻另一主要特征是趋高营养区，有机氮、磷含量越是多，那里的裸甲藻也越多，这就是为什么虾池赤潮程度不一样的原因，有些为追求养大规格虾的虾农，盲目大量投饵，虾池残饵富集，前期长得较快，而裸甲藻含量高，造成损失也就大，如前期投饵少，在赤潮期间裸甲藻含量少，损失就减少。

4. 赤潮区若干环境因子的变化

黄骅市1989年赤潮发生以后，我们对若干环境因子作了较系统的调查，发现它们在赤潮时有显著的变化，反映出赤潮时的化学环境特征。

在赤潮期间对南排河镇1号池进行了系统的监测，监测时间是8月10日-10月8日，监测的结果如下表3-3所示。

表3-3 黄骅市南排河镇1号池水化学项目监测结果

测定项目	溶解氧	氧的饱和度	PH	水温 (°C)	盐度
变化范围	1.13-11.86	33.33-370.3	8.45-9.24	20.3-31.4	26.36-33.86
平均值	5.40	180	8.85	25	29.91

从表3-3可以看出溶解氧含量变化很大。

每日上午6:00的溶解氧含量比下午2:00要低得多,两者的比值经常在3-5之间,测得上午最低值为 1.9mg/L 低于溶解氧的临界值,下午的溶解氧高达 11.86mg/L ,饱和度达370.7。

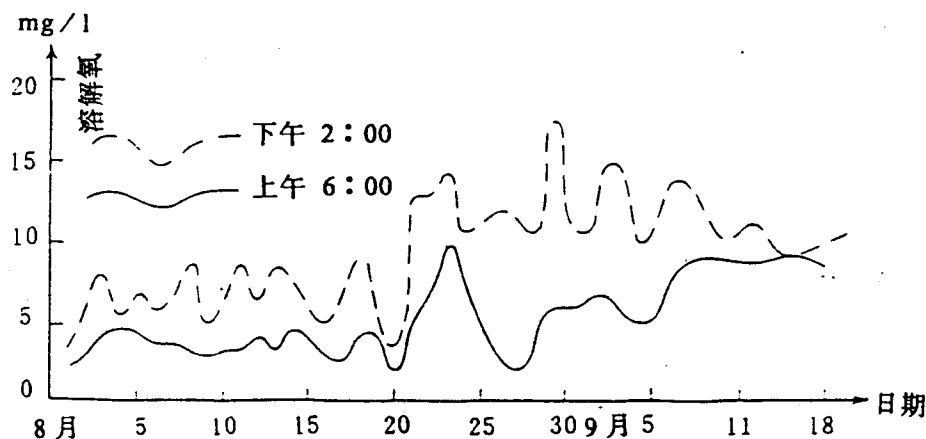


图3-2 南排河镇1号池溶解氧含量的日变化

赤潮期间的 PH值增高,达 $8.45-9.21$,平均值为 8.85 ,比正常的PH值要高出 $0.5-1.0$ 以上。这可能是池水中大量 CO_2 被赤潮生物消耗所致。赤潮期间虾池水温为 $18.7-32^\circ\text{C}$,平均大于 25°C ,比未发生赤潮的虾池水温高 $0.3-0.5^\circ\text{C}$ 。这是因为有赤潮的虾池水色褐红,具有较强的吸收阳光的能力。

盐度变幅为 $26.36-33.86$,平均值为 29.91 ,本区正常盐度值为 $26-28$,在裸甲藻爆发性繁殖的赤潮兴盛期,水温达 30°C 左右,气温高达 32°C 左右,盐度约为 30 。

在黄骅赤潮的后期,选取一些典型的赤潮虾池进行重金属分析、测定,所得数据如表3-4

从上表可以看出Cu为渔业水质标准2倍,Fe、Mn在渔业水质标准未作规定,然而分别超过海水中含量32倍和172倍,而其它重金属数据皆未达到农业部规定的渔业水质标准。从以上分析可知,赤潮时重金属含量变化显著的是Fe和Mn。Fe、Mn是生物生长必须的微量元素,具有诱发裸甲藻迅速繁殖的作用,成为促进黄骅赤潮形成的重要因素之一。Fe、Mn含量高是赤潮形成的重要特征在赤潮期间对南排河镇1号池的挥发酚、氰化物及砷进行测定。

表3-4 赤潮时虾池重金属的测定数据 mg/L

项 目	Zn	Cd	Cr	Pb	Hg	Cu	Fe	Mn
赵家堡、 南排河蟹 虾 池	0.0137	0.001	0.0186	0.0027	<0.0007	0.0199	0.322	0.344
渔业水质 标 准	<0.1	<0.005	<1.0	<0.1	<0.01	<0.01	/	/
海水水质 标 准	0.001	0.00011	0.00005	0.00003	0.00003	0.003	0.01	0.002

表3-5 挥发酚、氰化物及砷的测定

测定项目	挥发酚	氰化物	砷
1号池	0.245	未检出	未检出
渔业水质标准	< 0.005	<0.02	<0.1

在赤潮期间，氰化物及砷物异常变化，挥发酚达到0.245mg/L超过标准49倍，这是一个值得注意动向。

5. 赤潮环境中的虾、贝与死因分析

在赤潮形成以后，看到虾池中的对虾活动能力明显减弱，游泳速度缓慢，摄食量减少或很少摄食。经常停留在池边，用手可以抓到它。对虾的黑斑、黑鳃、红爪、烂尾病较多发现，对虾体色灰白、弹跳力差，普遍停止生长，或生长缓慢虾体瘦弱、皮软。通过连续的对虾溶解氧测定发现，赤潮时溶解氧一般早晨在2-3mg/L左右，溶解氧在临界线以下。通过对虾解剖，见一部分对虾的鳃上附着裸甲藻，可能具有寄生性。这样使得对虾呼吸困难而死去。在赤潮不是最严重的虾池，体壮的对虾对缺氧的环境有了适应性，可以在整个赤潮期间生活过来。如在赤潮期间对冯家堡邓铭忠虾池对虾进行观察，该虾池从8月20日以后出现赤潮，一直到10月7日收虾，亩产达50Kg左右。在9月27日测得池中裸甲藻含量为 4×10^7 个/L，所见池中对虾大多游泳自如，少量患黑斑病对虾行动迟缓，身体消瘦，甲壳与肉体之间存在较大孔隙，对其进行解剖作病理化验，未发现明显病理变化。因而可以说，此次赤潮生物裸甲藻并没有对虾体产生直接的毒害。

1989年10月对裸甲藻的毒性程度进行了试验。把在黄骅采集的赤潮水中的裸甲藻，在山东省海水养殖研究所的育苗池内进行培养并投放100尾亲虾，观察其生活状况，通过10天的喂养，无一对虾死亡，这也证明当裸甲藻含量在 4×10^7 个/L以下时，未染病的对虾能在

其中生活,只是因环境恶劣,生长较正常情况下缓慢。

在发生赤潮的虾池,对其底质进行分析,发现因虾池有机质和硫化物含量很高。(主要为H₂S)抽查7个虾池,其硫化物平均含量达445mg/Kg。硫化物不仅使对虾中毒死亡,而且硫化氢中游离硫原子与水中O₂结合成SO₂,消耗水中氧气,使虾池缺氧。

赤潮期间在虾池中混养的扇贝,也受到严重的伤害。7-8月之间扇贝生长正常。8月中、下旬,赤潮日趋严重,在南排河镇第Ⅱ项目区1号池中的扇贝已停止生长,8月30日发现1号池中的扇贝几乎全部死亡,当时扇贝壳高为2.8cm左右,而未受赤潮影响的扇贝池中的扇贝此时壳高已达3.6cm,而且几乎无一死亡。在南排河的排水沟内的扇贝,在赤潮发生前,其生长速度超过扇贝池的扇贝。然而赤潮发生后它生长缓慢或死亡。10月4日测量结果是壳高为3.2-3.6cm,平均3.4cm而未受赤潮影响的扇贝池的扇贝壳高已达4.8-5.3cm,平均5.0cm。

二、经济概况

(一)资源状况

黄骅沿海是九河下梢的入海处,大量泥沙及营养盐物质在此沉积。地势平坦,地下蕴藏着大量的油气资源。海域渔业资源丰富,我国著名的对虾及多种经济鱼类在此产卵、洄游。由于潮滩宽阔,水域浅显,海水养殖资源和海盐资源闻名全国。此外沿海埋藏地下卤水、地下热水,还有可供开发的港口资源。黄骅北邻京津,南接山东,交通方便,地理位置优越,腹地广大,因而是一个富饶之地,属河北省经济十强之一。特别是近年来加强对外开放,乡镇企业又获得长足发展,丰富的资源得到全面深入开发,盐田与虾池成片,港口与乡镇企业崛起,一个开发及开放的高潮正在这里掀起。

(二)产业结构

“靠海吃海”这里的产业与海关系密切,海洋捕捞业、海水养殖业、晒盐业。油气开采业、乡镇企业及港口运输业是本区经济的支柱产业。海洋捕捞业、海水养殖业需要有一个良好的海洋环境,然而油气开采,乡镇企业及港口运输业的崛起,又给海洋造成污染。特别是本区入海河流,大量排污,使海域严重富营养化,造成赤潮严重影响经济的发展,破坏了海洋环境。这使本区经济发展存在严重隐患,成为限制经济发展的因素。1990年沿海乡镇经济总收入达2.7亿元,人均收入达到2018元,经济获得空前发展,然而为经济发展保驾的环境保护事业未得到重视,乡镇企业的污染日趋严重,区内分布着染料厂、炼油厂、化肥厂以及虾池面积不断扩大,排出废水入益增多,已超出海水自净能力。污染将更严重地威胁海洋。赤潮将给经济发展带来更多忧虑。因而在当前黄骅产业结构的条件下,更应重视和开展赤潮的监测、监视、防治及管理工作。特别要重视海洋环境保护。

第四章 水化学环境与富营养化

一、水化学环境

黄骅近海及滩涂和潮间带虾池的水化学环境状况,是通过一系列理化因子的调查及分析得到的。用不同环境因素的分布及含量变化和互相对比了解赤潮的形成与水化学环境要素的关系。调查项目和分析方法见表4-1,各站的环境参数见表4-1a、4-1b。

(一)、虾池水的理化因子分析

1、水温的分布及其变化

从表4-1的水温看,7月份较高,处于 $26-28^{\circ}\text{C}$ 之间。水温由监测区北部向南逐渐升高,以北部沧浪渠测站为最低,这与气温由北向南渐高是一致的。8月中、下旬的水温虽比7月略有下降,但最低还是处在 22°C 以上,为中国对虾生长最适宜的温度范围($20-30^{\circ}\text{C}$)。进入9月份虽然有个别站的水温有时降到 20°C 以下,但总的情况,9月上旬观测的水温还是不低的。92年监测的水温与91年和90年相比,月变化趋势和实际温度变化不明显,但相比之下,8月份以90年水温较高,91年次之,92年与91年接近。进入9月份虽然水温随着气温的变化有所下降,一般还是在 20°C 以上。

2、透明度高低及变化

虾池水体透明度的大小除了与水体本身所含悬浮泥沙及有机物质有关外,还与水体中生物的生长繁殖密度有着明显的关系。生物繁殖的旺季,水体透明度就变低。在92年监测期间以沧浪渠的透明度最低,其次是扬水站,而混养池即南排河2号池的透明度最高。沧浪渠和扬水站透明度低的原因是水流的运动使泥沙泛起透明度下降。进入混养池的水是经过二次沉淀,水中泥沙含量减少,加之池中江蒿和贝类对营养成分和藻类的吸收和摄取,使池水混浊度减少,透明度增加。就八月份而言,92年和91年与90年相比,以92年为最高,91年和90年各站数据相近,但90年略高于91年。透明度的高低,除了测定时由于风的扰动使泥沙悬浮造成透明度降低的原因之外,通常是反映水中藻类的繁殖情况。大量藻类繁殖使得透明度下降。若以此衡量以92年水体中藻类等生物最少,前两年较多,9月份随着水温开始下降,藻类繁殖慢,相对风对水体的搅动比8月份严重,因此三年对透明度的观测结果,9月份没有出现比8月份高的变化规律。

3、水色的大小与变化

影响水色的主要因素是水中悬浮泥沙的含量和藻类的多少。监测结果表明黄骅地区不论是虾池还是排水沟,水色普遍较高,处在 $15-21$ 之间。相比之下,以混养池的水色最小,一般处在 $15-16$ 之间。其主要原因是进入该池水是经过沉淀,混浊度小。其次是混养池中的贝类的滤食对藻类的摄取,使藻类的密度不致太高也能起到一定的作用。扬水站和沧浪渠尤其是沧浪渠

表 4-1a 各站的环境参数

项 目	站 位	扬水站			混养池			1 [#] 虾池			排水沟		
		7月	8月	9月	7月	8月	9月	7月	8月	9月	7月	8月	9月
水 温 (℃)	最大值	28.2	26.2	25.3	28.3	25.6	/	28.2	27.0	/	28.6	27.0	25.3
	最小值	26.3	23.2	16.4	26.2	23.4	/	27.2	23.0	/	27.1	23.0	24.0
	平均值	27.5	25.2	20.9	27.5	24.6	25.3	27.7	25.4	25.2	27.9	25.6	24.7
水 色 (号)	最大值	18	21	21	13	17	/	16	18	/	16	19	21
	最小值	13	17	16	11	13	/	14	14	/	13	14	19
	平均值	16	19	18	12	15	18	15	16	19	14	16	20
透 明 度 (cm)	最大值	30	35	40	70	45	/	50	40	/	40	45	25
	最小值	5	10	10	70	40	/	40	20	/	30	30	10
	平均值	22	26	22	70	41	25	43	31	20	37	39	18
pH	最大值	8.80	8.23	8.46	8.25	7.86	/	8.92	8.30	/	8.99	8.23	8.66
	最小值	8.61	8.07	7.85	8.10	7.83	/	8.88	8.09	/	8.86	7.98	8.37
	平均值	8.73	8.16	8.19	8.20	7.84	8.04	8.90	8.21	8.26	8.92	8.14	8.52
盐 度	最大值	32.72	27.75	30.37	32.57	25.52	/	31.56	25.14	/	32.87	25.91	30.81
	最小值	32.57	26.75	26.14	31.14	23.84	/	31.41	24.14	/	31.41	22.53	27.24
	平均值	32.65	27.40	28.71	31.99	24.50	28.24	31.49	24.75	28.71	32.14	24.63	29.03
COD (mg/l)	最大值	7.39	7.24	8.64	6.93	7.84	/	7.35	8.07	/	7.48	7.59	8.29
	最小值	7.10	6.72	7.25	6.51	6.26	/	7.26	5.81	/	5.37	6.34	8.14
	平均值	7.02	7.06	7.86	6.67	7.02	6.71	6.47	7.05	6.72	6.90	6.95	8.22