

大连湾赤潮生物的调查研究

许 澄 源

(辽宁省海洋水产研究所)

提 要

本文报道了1979年4月至10月在大连湾进行赤潮生物调查研究的结果。在大连湾里,特别是臭水套、甜水套和大连湾沿岸海区已达到富营养级或过营养级。对于某些浮游生物的增殖以至发生赤潮具有一定条件。在该区域内,特别在夏季存在多种赤潮生物,是大连湾赤潮发生的潜在因素。文中对该区域内的浮游生物种类、分布范围、生物量,以及优势种和它的季节变化等作了叙述。

赤潮是由于海域环境条件的改变,促使某些单细胞浮游生物的过盛增殖,引起海水变色,危及鱼虾贝的一种现象。近代许多沿海国家工业废水和生活污水大量注入海域,使近海物质环境发生了巨大变化,致使赤潮的发生越加频繁和区域的扩大^[6,10]。对渔业带来严重危害^[2,12],已成为一些国家所关注的问题。在我国沿海也曾发现过赤潮的现象^[2],但频次甚少,危害不大。随着四个现代化的进程,防止海域污染,避免赤潮发生,免遭损失,应给予一定的重视。

根据近年大连湾海域污染调查,查明黄白嘴至大孤山连线以西海域已受到一定的污染,浮游生物的组成也有变化。1978年10月在大连港到和尚岛以西,在较大范围里海水呈现为红色,经调查证明:是由于海水中含有大量的中缢虫 *Mesodinium rubrum* (Lohmann)所引起的。由此,大连湾已有赤潮发生的迹象。为了查明大连湾赤潮发生的可能性和赤潮生物状况,于1979年4月至10月进行了赤潮生物的调查研究。现将调查研究结果报导如下。

调 查 方 法

赤潮一般较多的发生在高温的季节里^[7]。所以我们的调查安排在4月中旬到10月底之间。调查范围在鲉鱼湾、三山岛南端和黄白嘴连线以西的大连湾全区海域。其中共设站位20个(图1)。在六个半月之间进行了五次全区域的调查,和八次局部区域的采样观察(表1)。

调查方法为取表层水样和用浮游生物网采集两种。各次调查中,在各站位取表层(一米以内)水样500毫升;同时用小型浮游生物网(网口直径为50厘米,网高1.5米,筛绢为25号)从底到表层垂直拖捕浮游生物样品。共取样220份。浮游生物网采集的样品用福

尔马林(2%)固定保存,待调查后检查;表层水样不加药物固定,当日带回陆地及时检查。每份样品经沉淀或离心浓缩,随机取样,进行三次以上定性和定量检查。生物量取三次计量结果的平均值。

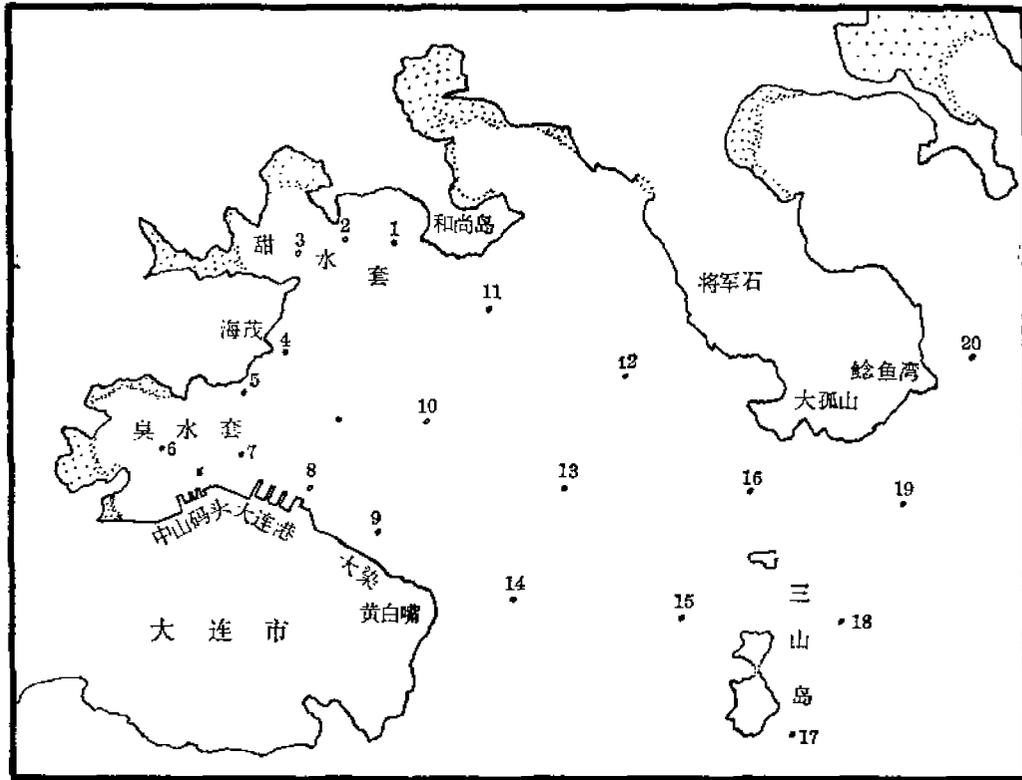


图1 调查站位图

表1 各次调查区域及采样情况

日期	调查区域	样品份数		日期	调查区域	样品份数	
		表层水样	网采样			水样	网采样
4月17,18日	全区域	18	18	9月 4日	2,4,6,7站	4	
5月 8, 9日	全区域	20	20	9月 10日	2,4,7站	3	
6月 5日	中山码头外增设站	3	1	9月 18日	2,4,7站	3	
6月 18日	中山码头外增设站	3	1	9月 26日	2,4,7站	3	
8月11,13日	全区域	16	16	10月 6日	1,2,4,6,7站	5	
8月 20日	2,4,6,7站	4		10月27,28日	全区域	21	21
8月25,28日	全区域	20	20	样品合计		123	97

调 查 结 果

1. 调查期间所出现的浮游生物种类

4月至10月所取得的220份样品中,出现的浮游生物种类共有76种。其中硅藻32种,甲藻28种,隐藻1种,纤毛虫1种,其他浮游动物14种。表层水样中,共出现21种。其中硅藻6种,甲藻13种,隐藻1种,纤毛虫1种(表2)。

表2 各次调查表层水样中所出现种类

中文名	学名	4月	5月	8月		10月
		17、18日	8、9日	11、13日	25、28日	27、28日
硅藻 Diatom						
星脐圆筛藻	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>	+		+	+	+
诺登海链藻	<i>Thalassiosira nordenskioldi</i>	+	+	+		
中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>	+	+	+	+	+
地中海指管藻	<i>Dactyliosolen mediterraneus</i>	+			+	+
日本星杆藻	<i>Asterionella japonica</i>	+	+		+	
近缘斜纹藻	<i>Pleurosigma affine</i>					+
甲藻 Dinoflagellates						
海洋原甲藻	<i>Prorocentrum micans</i>			+	+	+
纺锤前沟藻	<i>Amphidinium fusiforme</i>			+	+	+
前沟藻一种	<i>Amphidinium sp.</i>			+	+	+
菱形裸甲藻	<i>Gymnodinium rhomboides</i>			+	+	+
裸甲藻一种	<i>Gymnodinium sp.</i>			+	+	
裸甲藻一种	<i>Gymnodinium sp.</i>			+	+	+
斯氏多沟藻	<i>Polykrikos schwartzii</i>				+	+
螺旋形旋环藻	<i>Gyrodinium spirale</i>				+	+
旋环藻一种	<i>Gyrodinium sp.</i>		+	+	+	
尖头鳍藻	<i>Dinophysis acuta</i>			+	+	+
钝头鳍藻	<i>Dinophysis rotunda</i>				+	
五甲多甲藻	<i>Peridinium pentagonum</i>		+	+		
多甲藻	<i>Peridinium divergens</i>	+	+	+	+	+
隐藻 Cryptophyceae						
波海红细胞藻	<i>Rhodomonas baltica</i>			+	+	
纤毛虫 Ciliate						
中缢虫	<i>Mesodinium rubrum</i>			+	+	+

+ 有出现。

表层水样中所出现的种类,在浮游生物网采集的大部分样品中均有出现,表2中各种生物量大大高于其他种类的生物量。硅藻中的中肋骨条藻(下面简称为骨条藻)在各次调查中均有出现,并且有多次较大范围的高生物量集中区,是大连湾内浮游生物种类中突出

的一种。另外,8月至10月在大连湾内出现多种甲藻,并均具有较高的生物量。这也是在调查中较为显著的现象。

2. 表层水样中浮游生物分布范围

从五次全区域的调查看,表层水样中浮游生物的分布,均在大孤山和黄白嘴连线以西(图2)。4月中旬(第一次调查),分布在大染和将军石以西;以东各站水样中未检出浮游生物。10月底(第五次调查),范围扩大到黄白嘴和大孤山连线稍东。浮游生物网采集的样品中,除表层水样中的种类外,大部分种类分布在大染和将军石以东,并且种类和生物量向东逐渐增多。

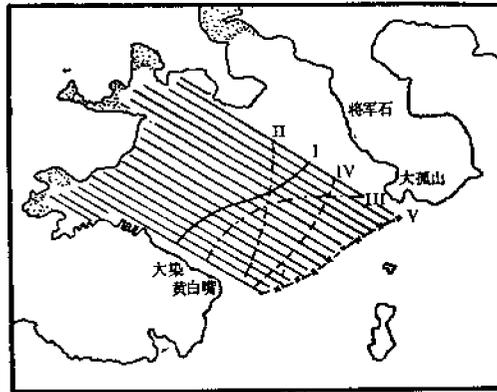


图2 五次全区调查水样中浮游生物分布范围

3. 优势生物种类、生物量及其分布

种类:各次调查中出现的优势生物种类有骨条藻、指管藻、海洋原甲藻和中缢虫等四种。4月份调查中,表层水样凡有浮游生物的各站均有指管藻,其生物量在组成中占64—100%。5月、8月中旬及10月的三次全区调查中均以骨条藻为优势种,其生物量在组成中占50%以上,并且在较大范围里,各站样品中均为单一的骨条藻(表3)。海洋原甲藻和中缢虫在8月下旬的调查中为优势种。

生物量:上述四种优势种在出现的站位中,单种生物量多在 10^2 细胞/毫升以上。在十三次(全区域)及局部区域调查中,四个单种最高生物量有十次超过 10^8 细胞/毫升;五次

表3 五次全区调查优势种情况(表层水样)

调查次第	优势种	生物量 (细胞/毫升)	组成比例 (%)	生物量最高站位
1	地中海指管藻	216—6478	75—100	6
2	中肋骨条藻	869—26642	64—100	7
3	中肋骨条藻	100—66800	74—100	7
4	海洋原甲藻	22—5580	30—100	7
	中缢虫	24—213	33—100	1
5	中肋骨条藻	72—36754	63—100	4

超过 10^6 细胞/毫升(表 4)。特别是骨条藻在三次全区的调查中,最高生物量达 2.7×10^6 ; 6.7×10^4 ; 3.7×10^4 细胞/毫升。这样高的生物量在一般海域中是没有的。

表 4 各次调查中优势种最高生物量及出现站位(表层水样)

日期	优势种	最高生物量 (细胞/毫升)	站位
4月17, 18日	地中海指管藻	6478	6
5月 8, 9日	中肋骨条藻	26642	7
6月 5日	中肋骨条藻	36420	中山码头外
6月 18日	中肋骨条藻	57522	中山码头外
8月11, 13日	中肋骨条藻	66800	7
8月 22日	中缢虫	366	3
8月25, 28日	中缢虫	212	1
	海洋原甲藻	3154	7
9月 4日	中缢虫	242	1
9月 10日	中肋骨条藻	3124	7
9月 18日	中肋骨条藻	2442	1
9月 26日	中肋骨条藻	2840	4
10月 6日	海洋原甲藻	198	4
10月27, 28日	中肋骨条藻	37000	5

分布: 从图 3 可以清楚地看出,在五次全区调查中,优势种均分布在黄白嘴和大孤山连线以西。生物量在组成中占 80% 以上的站位均集中分布在和尚岛和大染连线以西。尤其在 1 至 7 站的七个站位样品中多为单一的优势种种类。

除上述全区调查之外,6月5日和6月18日两次在中山码头外海两次所取得的样品中都是单一的骨条藻,平均生物量高达 3.6×10^4 ; 5.7×10^4 细胞/毫升。另外,9月4日到10月6日对 2、4、7 等站五次进行的局部区域的观察中,骨条藻、海洋原甲藻、和中缢虫也

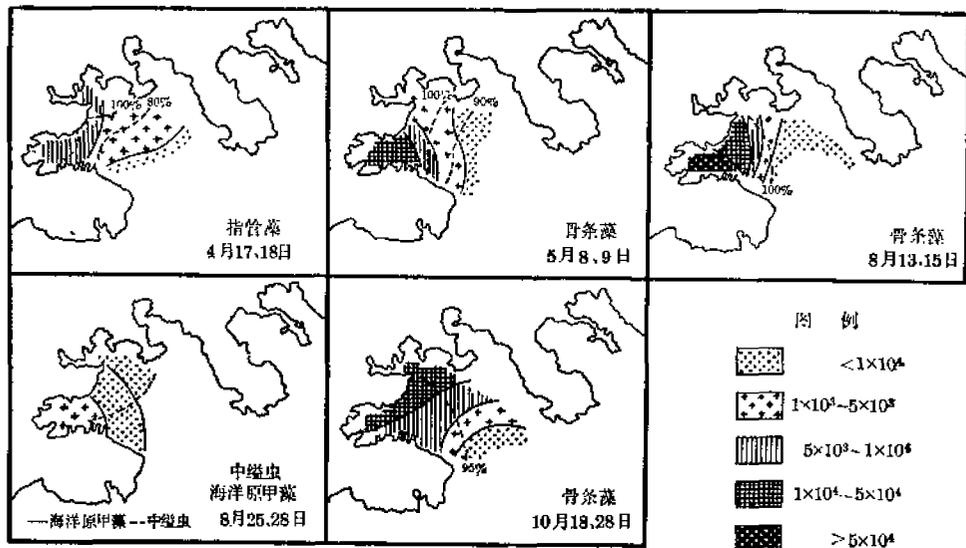


图 3 各次调查优势种分布图

分别为优势种,其生物量在 198—3124 细胞/毫升之间。

从而看出,优势种均集中分布在臭水套、大连港沿岸和甜水套区域。

4. 优势种的季节变化

4月和5月的两次全区调查,以及6月份两次在中山码头外海所取得的表层水样中浮游生物的组成均为硅藻。其中有骨条藻、指管藻、海链藻、圆筛藻等。4月以指管藻为优势种;5月和6月以骨条藻为优势种。从而看到,春季,在大连湾内浮游生物组成以硅藻为主,优势种在硅藻种类之间进行交替。尤以骨条藻持续存在的时间较长,生物量较高。

7月份由于未进行调查,浮游生物的组成变化不详。从8月11、13日调查看,大连湾里虽然仍以骨条藻为优势种,可是在海水中出现多种甲藻和中缢虫。8月下旬到10月初则以某些甲藻和中缢虫为主体。硅藻的种类和生物量都大大减少,在样品中时有时无。

8月到10月间,优势种也各有变化。从9月4日到10月6日的五次局部区域的调查看,中缢虫在9月上旬分布在海茂(4站)和甜水套(2站)海域;中、下旬消失,而10月初又出现在臭水套(7站)和甜水套区域。海洋原甲藻在9月4日、9月18日和10月6日三次集中在臭水套和海茂区域,9月10日和26日两次观察中则未检查到。另外,骨条藻在9月4日和10月6日两次未检查到,而在9月10日至26日较多数量的变迁在臭水套、海茂和甜水套各海区(图4)。

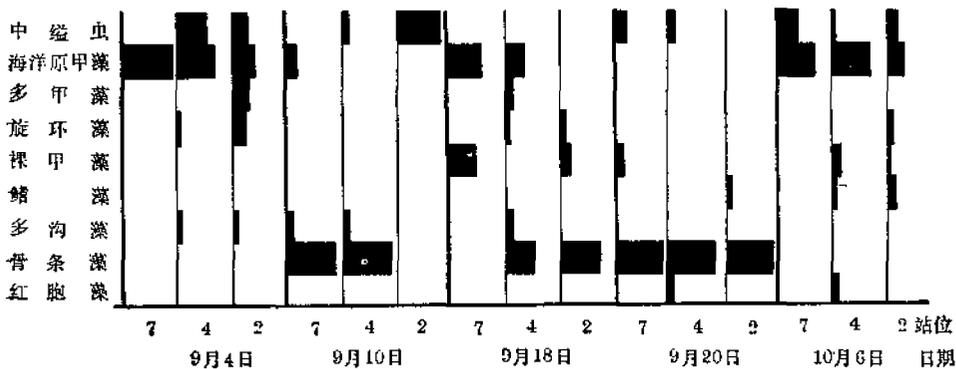


图4 九月份主要种类组成比例及区域变化

10月下旬又以骨条藻为主体,中缢虫虽然存在,但较前有所减少。

根据上述情况,在整个调查期间,大连湾西部浮游生物的组成,春季以硅藻为主,夏季则以甲藻的某些种类和中缢虫为主。同时看到骨条藻在整个调查期间均存在,即使在夏季以甲藻为主的情况下仍有一定数量的出现。另外,也看到各个时期优势种的交替现象。

讨 论

1. 调查中四种优势种和许多甲藻出现的区域均在大孤山和黄白嘴连线以西,并集中分布在大连湾西部的臭水套、甜水套和大连港沿岸海域。这些区域根据1972年调查资

料,在大染和和尚岛以西(1—14站)水质中化学耗氧量(COD)为3.5—14.21毫克/升;透明度在3米以下;水色为11—17号(海水经常为棕褐色,有时出现其他颜色);氨氮为0.5—1.25毫克/升;硝酸氮为0.08—2.5毫克/升;底质中硫化物为20—2550毫克/公斤。按照日本海域营养级的划分标准来衡量^[8],大连湾上述区域已达到富营养级,沿岸一些地区已达到过营养级。

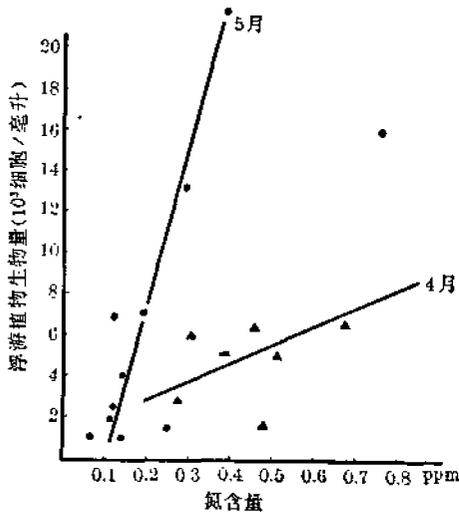


图5 海域氮含量与生物量的关系

故无法衡量。

安达六郎(1973)根据日本多年各地赤潮发生状况,以及实验结果,提出了赤潮生物浓度(生物量)的范围(表5),以此作为判断赤潮发生的主要依据^[7]。

大连湾各次调查所出现的优势种的个体大小均在10—55微米之间。按照安达六郎的标准衡量,上述四种优势种的生物量多次属于表5中的2、3类型。由此,大连湾这些种类,特别骨条藻的生物量多次已达到或近于赤潮状态。

3. 骨条藻是许多国家海域普遍发生,而且发生频率较高的赤潮种类。除骨条藻之外,在大连湾污染较重的西部海区也出现有一定生物量的其他种类。如硅藻类的指管藻、星杆藻、海链藻;甲藻类的原甲藻、前沟藻、裸甲藻、多沟藻、旋环藻、鳍藻、多甲藻;隐藻类的红细胞藻和原生动物的中绉虫等十余种。这些种类在日本是经常形成赤潮的种类^[4-6,11,13,14]。从而看到在大连湾内已存在着多种赤潮生物种类。

综上所述,在大连湾里,特别臭水套、甜水套和大连港沿岸海区已受到污染,达到富营养级或过营养级。对于某些浮游生物的增殖,以至发生赤潮有了一定的条件。同时,在该区域内,4—10月,特别在夏季存在多种赤潮生物种类,已成为大连湾赤潮发生的潜在

另外,从4月和5月调查的同时所取得的水质中无机氮化合物的含量资料与生物量结合起来看,两者呈线性相关(图5)。同时各次优势种的集中分布区正是含氮量较高的海区。由此,优势种和许多甲藻的繁盛与大连湾海域污染有密切的关系。

2. 在五次全区域调查和八次局部海区的调查中优势种的生物量超过 10^8 细胞/毫升的有10次,超过 10^4 细胞/毫升的有5次,最高达 6.68×10^4 细胞/毫升(表4)。同时在每次全区域调查中,优势种的生物量在 10^8 细胞/毫升以上的站位有一定的数量。

上述生物量是否已成为赤潮状态,由于国内对赤潮研究甚少,还没有赤潮发生的生物量标准,

表5 赤潮生物浓度

类别	生物个体大小(微米)	赤潮浓度(细胞/毫升)
1	10	$10^4 <$
2	10—29	$10^3 <$
3	30—99	$3 \times 10^2 <$
4	100—299	$10^2 <$
5	300—1000	$3 \times 10 <$

引自 安达六郎

的基本因素。由此认为,大连湾海域如果继续污染,赤潮的发生将会随之加剧。

参 考 文 献

- [1] 郑重,1964。浮游生物学概论,215—216。科学出版社。
- [2] 费鸿年,1952。赤潮发生的原因。学艺,22(1):1—3。
- [3] 上田和夫,1973。低次生産段階における生物生産の変化。恒星社厚生阁。
- [4] 山路 勇,1972。日本海洋プラクトン図鑑,331—337。保育社。
- [5] 羽田良和,1972。広島沿岸水域の赤潮プラクトン,1—28。広島水試。
- [6] 安達六郎,1972。赤潮生物の分类学的研究。三重縣水産学部纪要,9(1):9。
- [7] 安達六郎,1973。赤潮生物と赤潮実態。水産土木,9(1):31—36。
- [8] 安達六郎,1973。赤潮の規定。昭和48年度日本海洋学会秋季大会講演目録。
- [9] 安達六郎 富永裕之,1972。伊勢湾におけるプラクトン相と汚染の現状。水産科学,17(2):1—5。
- [10] 村上彰南,1973。赤潮発生环境。水産土木,9(1):7—16。
- [11] 村上彰南,1976。赤潮と富栄養化,31—37。公害対策技術同友会。
- [12] 岡本 勝,1973。瀬戸内海赤潮発生状況と漁業被害。水産土木,9(1):49—57。
- [13] 柳田友道,1976。赤潮,81—84。講談社。
- [14] 飯塚 昭二,1972。赤潮の生物相。水産土木,9(1):19—29。

SURVEYS ON THE CAUSAL ORGANISMS OF RED TIDE IN DALIAN WAN

Xu Chengyuan

(Research Institute of Marine Fisheries, Liaoning Province)

Abstract

13 surveys on causal plankton of red tides were made from April to October 1979 in Dalian Wan. It revealed that the biomass of *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve reached a concentration more than 10^4 cells/ml in 5 surveys, while the biomass of *Dactyliosolen mediterraneus* Peragallo, *Mesodinium rubrum* (Lohmann) and *Prorocentrum micans* Ehernberg reached more than 10^3 cells/ml in few surveys and more than ten species of common red tide causal organisms were also observed.