

秦皇岛附近海域夜光藻种群密度变化与 环境因子的灰关联分析

郑向荣^{1,2} 付仲¹ 郝艳娟^{1,2} 慕建东^{1,2} 李燕^{1,2}

(¹ 河北省海洋与水产科学研究院, 秦皇岛 066200)

(² 河北省海洋生物资源与环境重点实验室, 秦皇岛 066200)

摘要 根据2011年5-7月对秦皇岛附近海域夜光藻及相关环境因子的调查结果,采用灰关联度分析方法,以各调查站位夜光藻的密度(ind/L) $X_0 = \{x_0(k) \mid k = 1, 2, \dots, 24\}$ 为参考序列,以溶解无机氮 DIN(NO₂-N、NH₄-N、NO₃-N)、磷酸盐(PO₄-P)、硅酸盐(SiO₂-Si)、叶绿素(Chl-a)、COD、BOD₅、石油烃、水温、盐度、透明度、pH、浮游植物丰度、浮游植物密度等 $X_i = \{x_i(k) \mid k = 1, 2, \dots, 24; i = 1, 2, \dots, 16\}$ 为比较序列,对秦皇岛近岸海域理化因子和夜光藻密度的相关性进行了分析。结果表明,5-7月期间,秦皇岛近岸海域浮游植物分布密度、COD和海水温度是影响夜光藻种群数量变动的主要因子,这些环境因子在监测和预报秦皇岛海域夜光藻赤潮时应作为主要指标予以关注。

关键词 灰关联分析;夜光藻;种群密度;环境因子

中图分类号 S931.1 文献标志码 A 文章编号 1000-7075(2014)02-0008-08

Grey relationship analysis for the environmental factors affecting the *Noctiluca scintillans* density in Qinhuangdao coastal area

ZHENG Xiang-rong^{1,2} FU Zhong¹ XI Yan-juan^{1,2}

MU Jian-dong^{1,2} LI Yan^{1,2}

(¹ Hebei Ocean and Fisheries Science Research Institute, Qinhuangdao 066200)

(² Marine Resources and Environmental Key Laboratory of Hebei Province, Qinhuangdao 066200)

ABSTRACT The method of grey relationship analysis was used to study the relationships between *Noctiluca scintillans* density and eight environmental factors in Qinhuangdao coastal area, with the *Noctiluca scintillans* density(ind/L) of different investigation stations as reference sequence ($X_0 = \{x_0(k) \mid k = 1, 2, \dots, 24\}$), with inorganic nitrogen(mg/L), labile phosphate(mg/L), silicate(mg/L), COD(mg/L), BOD₅, temperature(°C), salinity, pH, the phytoplankton *ect* as collating sequence ($X_i = \{x_i(k) \mid k = 1, 2, \dots, 24, i = 1, 2, \dots, 16\}$). The results showed that from May to July, the phytoplankton, COD, and temperature had more influence on the density of *N. scintillans* than any other factors.

KEY WORDS Grey relationship analysis; *Noctiluca scintillans*; Population density; Environmental factors

夜光藻 *Noctiluca scintillans* 赤潮在我国近岸海域普遍发生,在渤海海域夜光藻赤潮发生次数占赤潮总数的50%以上(张洪亮等 2005),它也是秦皇岛近海经常发生的赤潮之一(张建乐等 2007)。夜光藻本身不具有毒性,夜光藻赤潮的主要危害在于大量暴发繁殖的夜光藻严重破坏原有的海洋生态平衡,给近海水产养殖业和滨海旅游观光业造成不利影响。

研究赤潮暴发规律,探索赤潮生物生长繁殖与环境因子的相关关系,从而预测、预报赤潮的发生,一直是赤潮研究的热点问题。不同海区、不同的环境条件下,赤潮种类和规模各不相同,已有的研究表明,赤潮暴发是海域存在的赤潮生物在适宜的物理、化学以及气象水文等环境条件共同作用下形成的。赤潮暴发前后,水体的物理、化学参量,如 DO、透明度、盐度、pH、Chl-*a*、BOD₅、COD、营养盐等会发生明显的变化。另外,由于夜光藻是完全异养的浮游生物,主要以浮游植物为食,夜光藻赤潮的暴发与海区浮游植物的种类组成和密度有着密切相关性。在不同的海区,影响赤潮形成的主要环境因素也有不同,采用统计学方法在众多环境数据中筛选出影响赤潮发生的主要因素,对于预测特定海域的赤潮具有重要意义。

本研究根据 2011 年秦皇岛近岸海域海水理化因子和夜光藻密度的监测数据,采用灰关联度分析方法,研究夜光藻密度与海水理化因子的关系,筛选出秦皇岛近岸海域影响夜光藻数量变动的主要环境因子,为建立本海区夜光藻赤潮预测、预报机制进行一种有益的探索。

1 材料与方法

1.1 数据采集

2011 年 5 - 7 月,在秦皇岛海域夜光藻赤潮多发期对秦皇岛附近海域的 11 个站位进行了 3 次采样调查,调查内容包括溶解无机氮 DIN(即 NO₂-N、NH₄-N、NO₃-N 的总和)、磷酸盐(PO₄-P)、硅酸盐(SiO₂-Si)、叶绿素 *a*(Chl-*a*)、COD、BOD₅、石油烃、水温、盐度、透明度、pH、浮游植物总量、浮游植物丰度、夜光藻密度等。由于天气原因,个别站位未能采样,其中 5 月航次 1、2、4、5 站位未采样,8 月航次 8 - 12 站位未采样,实际取得数据 24 组,测定结果见表 1、表 2。样品采集、现场处理和分析测定按照中华人民共和国国家标准《海洋监测规范》GB17378.4 - 2007 和 GB17378.7 - 2007 中规定的方法进行。调查范围及站位见图 1。

1.2 灰关联分析的步骤

1.2.1 确定参考序列和比较序列

以各调查站位夜光藻的密度(density) $X_0 = \{x_0(k) \mid k = 1, 2, \dots, 24\}$ 为参考序列,以溶解无机氮(DIN)、亚硝酸盐(NO₂-N)、氨氮(NH₄-N)、硝酸盐(NO₃-N)、磷酸盐(PO₄-P)、硅酸盐(SiO₂-Si)、叶绿素 *a*(Chl-*a*)、化学需氧量(COD)、五日生化耗氧量(BOD₅)、石油烃(TPHs)、透明度(SD)、温度(*T*)、盐度(*S*)、pH 值、浮游植物密度(Phytoplankton density)以及丰度(*D*) $X_i = \{x_i(k) \mid k = 1, 2, \dots, 24; i = 1, 2, \dots, 16\}$ 为比较序列。

1.2.2 原始数据无量纲化

为使监测原始数据序列具有可比性和便于量化计算,需要对原始数据序列进行无量纲化处理,本研究采用均值法,即用每一序列的数据除以相应序列的平均值,得到均值化序列。

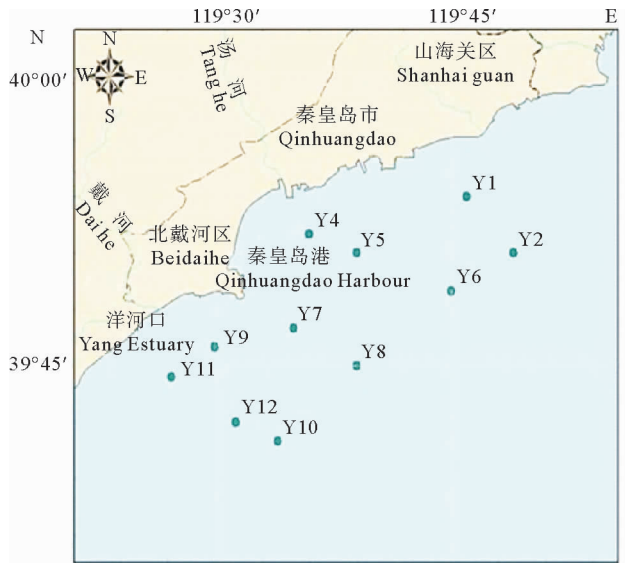


图 1 2011 年赤潮项目重点研究海域调查站位
Fig. 1 The red tide investigation sites along Qinhuangdao coastal area in 2011

1.2.3 计算绝对差值

对均值化序列,求每一比较序列与参考序列间的绝对差值,即

$$\Delta i(k) = |x_0'(k) - x_i'(k)|, \Delta i = [\Delta i(1), \Delta i(2), \Delta i(24)], i = 1, 2, \dots, 16$$

1.2.4 求关联系数、排关联序

序列 X_0 与 X_i 的关联系数用下式计算:

$$\xi i(k) = [\min_i \min_k \Delta i(k) + \rho \max_i \max_k \Delta i(k)] / [\Delta i(k) + \rho \max_i \max_k \Delta i(k)]$$

式中, $\Delta i(k) = |x_0(k) - x_i'(k)|$, 为第 k 个指标 x_0 与 x_i 的绝对差; $\min_i \min_k \Delta i(k)$ 为最小值; $\max_i \max_k \Delta i(k)$ 为最大值; ρ 为分辨系数,取值为 0.5。

本研究数据处理和灰关联分析采用浙江大学开发的 DPS[®] 数据处理系统计算完成。

2 结果

2.1 原始数据无量纲化

采用均值法对原始数据序列进行无量纲化处理,即用每一序列的每一测定值除以相应序列的平均值,得到均值化序列(表3)。

表1 秦皇岛海域理化指标测定值
Table 1 The physical and chemical factors of Qinhuangdao coastal area seawater

站位 Station	NO ₂ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	DIN (mg/L)	Chl- <i>a</i> (μg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	SiO ₂ -Si (mg/L)	COD (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	TPHs (mg/L)	SD (m)	T (°C)	S	pH	
5月 May	Y6	0.001	0.028	0.069	0.098	1.05	0.004	0.001	0.66	1.08	0.078	3.5	10.19	31.70	7.94
	Y7	0.003	0.023	0.048	0.075	6.20	0.003	0.002	1.34	1.27	0.035	2.3	11.70	31.69	7.99
	Y8	0.003	0.029	0.097	0.129	1.09	0.006	0.014	0.74	0.62	0.119	3.5	11.25	31.64	8.00
	Y9	0.006	0.034	0.115	0.155	6.11	0.005	0.005	1.70	1.34	0.057	1.5	12.64	31.68	7.98
	Y10	0.002	0.042	0.125	0.169	4.86	0.005	0.015	0.94	1.22	0.065	3.5	10.97	31.75	8.02
	Y11	0.003	0.022	0.195	0.220	2.05	0.005	0.009	1.26	1.42	0.066	3.3	12.33	31.76	7.92
	Y12	0.002	0.042	0.058	0.102	1.84	0.003	0.017	1.22	1.38	0.063	4.5	11.77	31.79	7.99
6月 June	Y1	0.001	0.022	0.111	0.133	2.60	0.002	0.131	2.11	2.08	0.092	1.2	19.14	30.88	7.68
	Y2	0.000	0.027	0.070	0.096	2.35	0.002	0.103	2.16	2.30	0.083	1.5	19.07	30.84	7.91
	Y4	0.000	0.037	0.087	0.124	4.19	0.006	0.106	1.16	2.05	0.181	1.0	19.55	31.03	8.06
	Y5	0.000	0.034	0.077	0.112	8.32	0.001	0.210	1.06	2.76	0.104	1.1	19.44	30.98	8.09
	Y6	0.000	0.035	0.050	0.085	1.63	0.007	0.094	1.63	1.24	0.101	1.5	18.52	30.92	7.95
	Y7	0.001	0.043	0.076	0.120	5.28	0.006	0.223	2.38	3.30	0.157	0.9	19.96	31.11	8.10
	Y8	0.000	0.041	0.103	0.144	2.67	0.005	0.098	2.51	1.95	0.081	1.3	19.03	31.10	8.02
	Y9	0.000	0.046	0.110	0.156	13.50	0.005	0.192	1.68	3.70	0.214	0.9	19.68	30.93	8.08
	Y10	0.001	0.033	0.079	0.112	1.21	0.005	0.053	2.18	0.82	0.048	3.2	19.63	31.07	8.01
	Y11	0.001	0.032	0.063	0.096	9.31	0.001	0.105	1.62	3.54	0.204	0.8	20.00	31.09	8.13
	Y12	0.001	0.028	0.071	0.100	7.84	0.002	0.124	2.52	3.26	0.159	0.9	19.87	31.04	8.06

续表 1

站位 Station	NO ₂ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	DIN (mg/L)	Chl- <i>a</i> (μg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	SiO ₂ -Si (mg/L)	COD (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	TPHs (mg/L)	SD (m)	T (°C)	S	pH	
7 月 July	Y1	0.001	0.016	0.068	0.085	6.57	0.005	0.047	2.76	2.50	0.046	1.9	16.70	31.25	7.88
	Y2	0.001	0.015	0.185	0.202	3.93	0.009	0.056	1.84	1.22	0.015	1.0	16.50	31.35	7.90
	Y4	0.002	0.015	0.161	0.178	3.91	0.016	0.099	2.60	0.93	0.054	1.9	16.88	31.36	7.97
	Y5	0.001	0.022	0.060	0.083	1.12	0.004	0.030	1.92	2.11	0.061	2.0	18.33	31.29	7.70
	Y6	0.001	0.120	0.103	0.224	6.43	0.011	0.096	2.36	2.28	0.127	0.8	17.36	31.53	7.92
	Y7	0.002	0.021	0.105	0.127	4.46	0.010	0.088	1.66	1.29	0.058	1.2	17.91	31.58	7.76

NO₂-N. 亚硝酸氮; NH₄-N. 氨态氮; NO₃-N. 硝酸氮; DIN. 溶解无机氮; Chl-*a*. 叶绿素 *a*; PO₄-P. 磷酸盐; SiO₂-Si. 硅酸盐; COD. 化学需氧量; TPHs. 石油烃; SD. 透明度; BOD₅. 生物耗氧量; T. 温度; S. 盐度

NO₂-N; nitrite nitrogen; NH₄-N; ammonia nitrogen; NO₃-N; nitrate nitrogen; DIN; dissolved inorganic nitrogen; Chl-*a*; chlorophyll *a*; PO₄-P; phosphate; SiO₂-Si; silicate; COD; chemical oxygen demand; TPHs; petroleum hydrocarbon; SD; transparency; BOD₅; biochemical oxygen demand; T; temperature; S; salinity

表 2 秦皇岛海域浮游生物密度及相关指数

Table 2 The phytoplankton density and related index of Qinhuangdao coastal area seawater

站位 Station	浮游植物密度 Phytoplankton density (×10 ⁴ cell/m ³)	丰度 Natural abundance <i>D</i>	夜光藻密度 <i>N. scientillans</i> density (×10 ⁴ cell/m ³)	
5 月 May	Y6	979.74	0.172	18279.57
	Y7	1245.63	0.297	27333.33
	Y8	733.96	0.175	35353.54
	Y9	905.07	0.130	53472.22
	Y10	730.46	0.175	101111.10
	Y11	391.08	0.137	47126.44
	Y12	724.05	0.176	42777.78
6 月 June	Y1	688.81	0.220	123958.30
	Y2	1470.95	0.252	110869.60
	Y4	2519.18	0.081	376315.80
	Y5	918.42	0.086	322222.20
	Y6	897.06	0.173	113492.10
	Y7	1334.28	0.211	108823.50
	Y8	2627.10	0.284	412222.20
	Y9	1064.11	0.171	79761.90
	Y10	2575.84	0.081	191666.70
	Y11	895.23	0.260	99523.81
	Y12	1858.19	0.207	232222.20
7 月 July	Y1	513.25	0.090	9.19
	Y2	2327.88	0.123	5.14
	Y4	1043.94	0.129	18.73
	Y5	10.25	0.000	10.25
	Y6	447.01	0.136	4.89
	Y7	369.56	0.138	9.64

表3

2.2 夜光藻密度与海水因子关联度

在所考察的16项环境因素中,夜光藻密度与浮游植物密度的关联度最大($R=0.499$),其次是COD($R=0.466$)、水温($R=0.461$)和石油烃($R=0.454$)。夜光藻密度与各环境因子的关联度排序如表4所示。

表4 夜光藻密度与环境因子的关联度

Table 4 The correlation degree between the *N. scientillans* density and the environmental factors

序列号 No.	因子 Factors	关联度 Correlation degree	序列号 No.	因子 Factors	关联度 Correlation degree
X15	浮游植物密度 Phytoplankton density	0.499	X2	氨氮 $\text{NH}_4\text{-N}$	0.433
X12	化学需氧量 COD	0.466	X7	硅酸盐 $\text{SiO}_2\text{-Si}$	0.429
X9	温度 T	0.461	X14	五日生化需氧量 BOD_5	0.429
X13	石油烃 TPHs	0.454	X3	硝酸盐 $\text{NO}_3\text{-N}$	0.387
X11	pH	0.443	X4	溶解无机氮 DIN	0.383
X10	盐度 S	0.441	X6	磷酸盐 $\text{PO}_4\text{-P}$	0.380
X5	叶绿素 a Chl- a	0.436	X8	透明度 SD	0.350
X16	浮游植物丰度 D	0.435	X1	亚硝酸盐 $\text{NO}_2\text{-N}$	0.288

注:最大差值 Maximum difference $\Delta_{\text{max}} = 3.967$

3 讨论

3.1 夜光藻密度与浮游植物密度的关系

秦皇岛近岸海域浮游植物总密度与夜光藻密度相关性最为密切,其关联度居于首位,说明在调查区域影响夜光藻增减的第一因素是水中浮游植物密度。以浮游植物密度为自变量、夜光藻密度为因变量进行回归分析,二者具有显著相关性,其回归方程式为 $y=0.106x-16.909, R^2=0.425, n-1=23 (P<0.001)$ (图2)。根据本项目调查的结果统计,秦皇岛海域的浮游植物共有46属96种。其中,硅藻门的种类和数量最多,有35属82种,占85.4%;甲藻门次之,有8属11种,占11.5%;金藻1属1种,蓝藻1属1种,黄藻1属1种,各占1.03% (图3)。

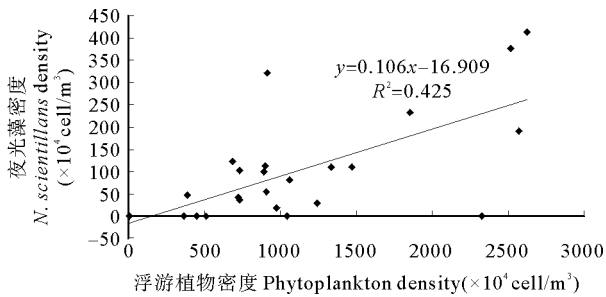


图2 夜光藻密度与浮游植物密度的关系

Fig. 2 The relationship between the phytoplankton density and the *N. scientillans* density

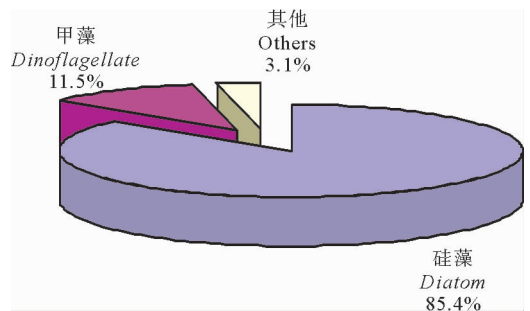


图3 秦皇岛海域浮游植物种类组成

Fig. 3 The species composition of phytoplankton in Qinhuangdao coastal area seawater

夜光藻是完全异养的海洋浮游生物,靠摄食其他浮游藻类和有机碎屑生存,浮游植物是夜光藻的主要食物来源,丰富的饵料是夜光藻得以大量繁殖的根本原因。在自然状态下,夜光藻种群数量未对其他浮游植物形成

生存压力时,夜光藻与浮游植物的关系可以是数量上的共同增长,夜光藻密度与浮游植物总密度呈正相关关系。徐兆礼等(2003)对东海赤潮高发区夜光藻与浮游植物的关系研究有相同的结论。齐雨藻等(2003)的研究指出,夜光藻种群增殖具有一定的稳定性,当水中夜光藻的细胞数量增加,同时其他浮游植物又较丰富的情况下,如外部环境条件适宜,极易发生夜光藻赤潮。研究表明,硅藻对夜光藻赤潮的形成是一个至关重要的影响因素,在夜光藻赤潮之前,曾观察到硅藻的密度高峰(Enomoto 1956)。秦皇岛海域浮游植物的种类组成主要为硅藻(85.4%),所以该海域夜光藻密度的增减与浮游植物密度有极为显著的相关性。

3.2 夜光藻密度与 COD 的关系

秦皇岛近岸海域影响夜光藻密度的第二因素是 COD,该海域中的有机物对夜光藻的生长繁殖有着重要影响。分析其原因可以从以下两方面考虑:其一,夜光藻是异养浮游生物,靠吞食其他浮游植物和细菌来生存和繁殖,而 COD 高的水域可降解的有机物含量高,给浮游植物和海洋细菌提供了丰富的养分,大量繁殖增长的浮游植物和细菌为夜光藻的生长繁殖提供了充足的饵料来源;其二,有研究表明,夜光藻的生长呼吸作用是耗氧的,而浮游植物(有机体)和营养盐的还原又带来了高的 COD,因此夜光藻密度与 COD 呈正相关关系(谢健等 1993)。

3.3 夜光藻密度与温度、盐度的关系

温度是各种生物时空分布的重要决定因素,不同的浮游植物都有其生长繁殖的最适宜温度范围。5-7月秦皇岛近海水温从 10℃ 上升到 20℃,为夜光藻及其他浮游生物生长繁殖提供了适宜的温度条件,这一时期秦皇岛海域频繁暴发夜光藻赤潮。在所调查的时空范围内,温度是影响夜光藻种群数量增减的又一重要因子。邹景忠等(1983)发现,在渤海,夜光藻的适宜温度为 16-28℃,但是也有在 4、5 月监测到夜光藻赤潮的记录(表 5)。这说明北方海域夜光藻在更低的温度下仍能大量繁殖甚至形成赤潮。盐度与夜光藻密度的关联性不明显,这与已有的研究结论相符(张洪亮等 2005;张建乐等 2007;赵冬至等 2010)。

表 5 1990-2004 年秦皇岛海域赤潮发生记录

Table 5 The records of red tide in Qinhuangdao coastal area during 1990-2004

发生时间(年-月-日) Time(Y-M-D)	位置 Location	赤潮种类 Species
1990-07-22	秦皇岛至北戴河金山嘴 Qinhuangdao to Beidaihe Jinshanzui	夜光藻 <i>N. scientillans</i>
1996-06	秦皇岛至北戴河金山嘴 Qinhuangdao to Beidaihe Jinshanzui	不详 Unknown
2002-06-03	秦皇岛新开口 Outfall of Xinkaihe of Qinhuangdao	海洋卡盾藻 <i>Chattonella marina</i>
2002-07	秦皇岛港 Qinhuangdao Port	夜光藻 <i>N. scientillans</i>
2003-04-25	秦皇岛港和山海关海域 Qinhuangdao Port and Shanhaiguan offshore	夜光藻 <i>N. scientillans</i>
2003-05-28	秦皇岛港、滦河口 Qinhuangdao Port and the outfall of Luanhe	夜光藻 <i>N. scientillans</i>
2003-06-12	秦皇岛港 Qinhuangdao Port	夜光藻 <i>N. scientillans</i>
2003-06-25	秦皇岛港 Qinhuangdao Port	夜光藻 <i>N. scientillans</i>
2004-06-15	秦皇岛港西港区 Xigang area of Qinhuangdao	夜光藻 <i>N. scientillans</i>
2004-06-19	秦皇岛港至北戴河金山嘴 Qinhuangdao to Beidaihe Jinshanzui	夜光藻 <i>N. scientillans</i>

3.4 夜光藻密度与营养盐的关系

在秦皇岛海域,营养盐与夜光藻密度的关联度较弱。由于夜光藻是完全异养的浮游生物,不能直接吸收营养盐,实际上,营养盐对夜光藻的影响是通过控制其他浮游植物的生长繁殖体现的。尽管夜光藻和浮游植物之间具有非常显著的相关关系,浮游植物生长繁殖依赖于水体营养盐的供给。在自然状态下,营养盐足以满足浮

表6 秦皇岛附近海域营养盐状况

Table 6 The nutrients in Qinhuangdao coastal area seawater

调查时间(年-月)Time(Y - M)		溶解无机氮 DIN(mg/L)	磷酸盐 PO ₄ -P(mg/L)	硅酸盐 SiO ₂ -Si(mg/L)
2011-05	平均 Average	0.135	0.004	0.090
	范围 Range	0.075 - 0.220	0.003 - 0.005	0.100 - 0.170
2011-06	平均 Average	0.116	0.004	0.131
	范围 Range	0.085 - 0.156	0.007 - 0.001	0.053 - 0.223
2011-07	平均 Average	0.150	0.008	0.069
	范围 Range	0.083 - 0.224	0.004 - 0.011	0.047 - 0.099

游植物生长需要时,浮游植物密度与营养盐之间无显著的相关特征,只有在某一营养要素成为限制因子的情况下,这种相关性才表现出来。表6列出了秦皇岛附近海域调查期间的营养盐分布变化范围。本调查海域属于近岸河口区域,不存在营养盐限制,所以营养盐对浮游植物及夜光藻生长的影响不显著。

参 考 文 献

- 齐雨藻主编. 2003. 中国沿海赤潮. 北京:科学出版社,208-220
- 张洪亮,张爱军,窦月明,张汉德. 2005. 渤海海区赤潮发生特点的研究. 见:中国环境保护优秀论文集,1107-1111
- 张建乐,张秋丰. 2007. 秦皇岛沿岸浮游植物与赤潮生物的初步研究. 河北渔业,7:7-12
- 邹景忠,董丽萍,秦保平. 1983. 渤海湾富营养化和赤潮问题的初步探讨. 海洋环境化学,2(2):41-54
- 赵冬至主编. 2010. 中国典型海域赤潮灾害发生规律. 北京:海洋出版社,211-213
- 徐兆礼,陈亚瞿,朱明远,陆斗定,高亚辉. 2003. 夜光藻与浮游生物关系的数学模型. 水产科学,27(Suppl):64-68
- 《海洋监测规范》. 2008. 第4部分:海水分析 GB17378.4-2007
- 《海洋监测规范》. 2008. 第7部分:近海污染生态调查和生物监测 GB17378.7-2007
- 谢健,李锦蓉,吕颂辉,程亲荣,杨炼锋. 1993. 夜光藻赤潮与环境因子的关系. 海洋通报,12(2):1-6
- Enomoto Y. 1956. On the occurrence and the food of *Noctiluca scintillans* in the waters adjacent to the west coast of Kyushu, with special reference to the possibility of the damage caused to the fish eggs by that plankton. Bull Jpn Sci Fish 22(2):82-88