

黑龙江黑河段水域藻类植物群落结构 及其环境相关性的初步分析*

孙春梅 范亚文

(哈尔滨师范大学生命科学与技术学院 哈尔滨 150025)

提要 于 2006—2007 年 5—10 月间在黑龙江黑河段水域设置了六个采集点, 同时进行藻类植物调查, 经鉴定共发现藻类植物 146 个分类单位, 包括 110 种 31 变种 5 变型, 分别隶属于 5 门 7 纲 15 目 31 科 57 属。对藻类植物的种类组成、优势度变化及其环境相关性进行了初步分析, 结果表明, 黑龙江黑河江段藻类植物的群落组成表现出种类多样性丰富, 群落结构复杂的特征; 各采集点的藻类植物大多为淡水普生种类, 有一些属于寡盐种类, 中性偏弱碱性种类, 还出现了一些冷水种和山区特有的种类, 这些种类的出现与黑龙江黑河江段属于明显的高寒山区性河段这一地域特征相吻合。藻类植物的分布与环境因子有一定的相关性, 黑龙江黑河江段 pH 值变化呈中性偏弱碱性, pH 值年内变化趋势不明显(6.7—7.4 之间), 水域水温的季节变化差异显著($P < 0.01$), 呈现夏季高, 春季和秋季低的现象。藻类植物的个体丰度变化受水温变化的影响显著, 其分布也呈现明显的季节变化趋势。从优势种群看, 黑龙江黑河段水域的藻类植物主要为贫至中营养型水体的指示种类, 只在个别采样点出现少量的耐污种类, 但并无向富营养化转变的趋势, 说明黑龙江黑河江段整体水域环境目前无显著污染, 处于贫至中营养状态。

关键词 藻类植物群落结构, 黑龙江黑河段, 环境相关性

中图分类号 Q958

藻类植物是许多江河、湖泊等水体的生物资源基础, 作为生态环境的初级生产者, 它与环境之间本质联系的重要标志, 是生态系统中作为第一性生产者的植物群落结构与功能的综合表现, 它的群落结构、物种数量及区系分布的变化, 都可直接影响生态系统的综合改变; 同样藻类植物在时间与空间的改变也与所处生态环境的环境条件密切相关, 可作为区别不同生态环境的重要依据(Round *et al*, 1990; Mariacristina *et al*, 2006)。

黑龙江蜿蜒在中国东北边境上, 流域位置在 42°45'—53°33'N, 108°20'—141°20'E 之间, 地处中高纬地区, 季风气候明显, 其水域辽阔, 水生生物资源丰富。作者选择研究的范围位于黑龙江黑河江段, 该

段水域自小新屯上游红星岛由大兴安岭地区流入黑河市境内, 属于山区性河段, 处于黑龙江的上中游, 水温较低, 藻类植物的分布具有一定的特殊性、地域性与代表性。

有关黑龙江流域藻类植物的工作, 章宗涉等(1959)曾对黑龙江水域做了浮游植物的一般性调查; 张觉民(1990)曾在中国内陆水域渔业资源的调查中统计过黑龙江的藻类植物。除此之外, 黑龙江黑河段水域近几年来未见有关藻类植物的系统报道。

作者在 2006—2007 年 5—10 月的两年间, 对黑龙江黑河段水域的 6 个采集点进行了藻类植物调查, 以确定该江段藻类植物的种类组成及群落特征, 同时对不同的藻类植物在生态环境中的指示作用及相

* 国家自然科学基金资助项目, 30570123 号、30870157 号; 黑龙江省教育厅资助项目, 11521062 号、1055G018 号; 黑龙江省科技厅资助项目, C200828 号; 哈尔滨师范大学预研项目资助, 08XYG-11 号。孙春梅, 硕士, E-mail: sunchun_mei1@126.com

通讯作者: 范亚文, 教授, E-mail: fanyaw@yahoo.com.cn

收稿日期: 2008-12-12, 收修改稿日期: 2009-04-21

关性进行了初步研究,以揭示黑龙江黑河段水体藻类植物的自然状况,同时对水体环境质量进行初步的生物学评价与分析,为黑龙江水域自然环境的保护与监测提供基础的科学资料。

1 材料与方法

藻类标本采集于 2006—2007 年的 5—10 月,根据河谷特征和水流条件,结合 GPS 卫星定位系统,在黑龙江黑河段共设置 6 个采集样点(—)。采样点

在黑河市区入口处,水流湍急清澈。采样点 在自来水取水处至游泳区,水流平缓,岸边停泊船只。采样点 设在了污水口附近,其上游主要接纳市区的生活污水。采样点 设在了排污口的下游大黑河岛码头,江面较宽,江水较深。采样点 设在上游与中游的分界点的结雅河口,其地理位置独特,是上游与中游的分界点。采样点 设在了长发屯,其江中岛屿较多,受人为影响较少。浮游及固着藻类的采集依据胡鸿钧等(2006)常规方法,每个采样点每次重复采样 3 次。标本采集时,同步测定水温、气温和 pH 值等环境参数(沈韞芬等,1990)。标本采集后立即用鲁格氏固定液(Lugols solution)固定保存。标本的鉴定和统计在 Olympus-BH(10×100)显微镜下进行,硅藻的鉴定主要依据 Hustedt(1930,1935)、Patrick 等(1966)、Krammer(2000)、Langela-Bertalot(2001a,b)等有关文献,其它藻类的鉴定主要参考魏印心(2003)、黎尚豪等(1998)、胡鸿钧等(2006)文献。部分种类相关的生态信息主要依据 Krammer(2000)、Langela-Bertalot(2001a,b)、Gasse(1986)等文献。

2 结果

2.1 黑龙江黑河段水域的自然特征

黑龙江黑河段水域年温度在 4—25 之间波动,月均水温 15.5—22.3,周年水温在 10 以上的有 130—140 天。黑龙江上、中游进入秋末冬初开始结冰封冻,封冻期近半年。每年 10 月中上游始见初冰。翌年 4 月解冻,5 月初前后相继开江,6—7 月后进入丰水期。作者在采集标本同时,每次对采集环境的理化指标如:温度、pH 值等进行测定,将数据统计并进行分析(图 1、图 2)。

通常水温是决定水生生物生长、发育和繁殖的重要因素之一。由图 1 可知,2006 年 5—10 月和 2007 年 5—10 月的调查期间,黑龙江水域水温年变化差异不大,各采样点水温差异也不显著($P=0.97$),变化幅

度基本相似;但水温的季节变化差异显著($P<0.01$),呈现夏季高、春季和秋季低的现象。

黑龙江黑河江段的各采集点 pH 值变化呈中性偏弱碱性,由图 2 可以看出,pH 值年内变化趋势不明显(6.7—7.4 之间),各采样点之间的 pH 较为稳定,也无显著差异($P=0.94>0.05$)。江水呈中性偏弱碱性,整个黑龙江黑河江段的各断面 pH 值变化符合国家一类水体的标准(6.5—8.5)(国家环保局,1986),因此具有一定的缓冲能力,适合藻类植物生长繁茂。

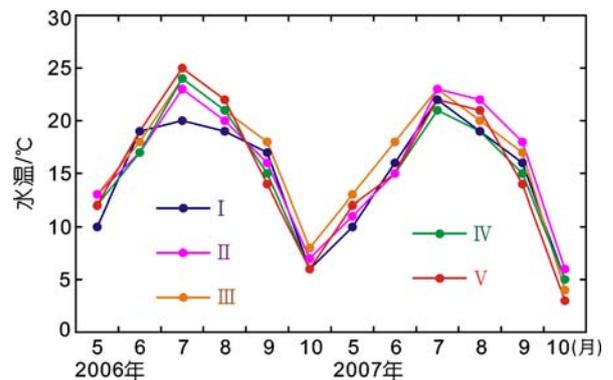


图 1 不同采样点水温的季节变化

Fig.1 Water temperature in sampling stations

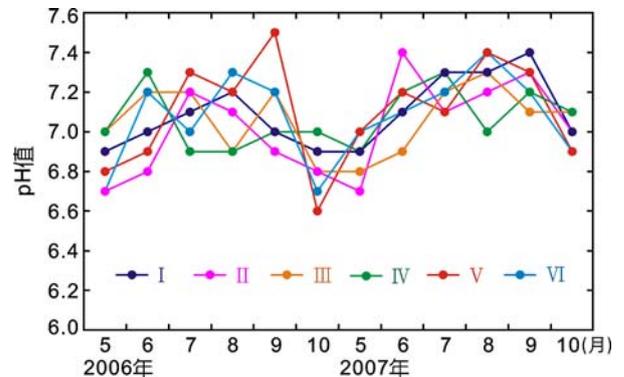


图 2 不同采样点 pH 的季节变化

Fig.2 The pH in sampling stations

2.2 藻类植物的种类组成与丰度变化

在 2006—2007 年的调查采集中,共鉴定藻类植物 146 个分类单位,包括 110 种 31 变种 5 变型,分别隶属于 5 门 7 纲 15 目 31 科 57 属。其中硅藻门 33 属 106 种,占藻类总数的 72.6%;绿藻门 13 属 23 种,占藻类总数的 15.8%;蓝藻门 5 属 7 种,占藻类总数的 4.8%;金藻门 4 属 6 种,占藻类总数的 4.1%;黄藻门 2 属 4 种,占藻类总数的 2.7%;从浮游植物的种类组成和数量上来看,硅藻、绿藻两门的藻类植物在种

类组成上多于其它藻类。

藻类植物的分布尤其优势种群的分布与所处的水环境有着密切的关系,对黑龙江黑河段水域的藻类植物优势种群进行分析(表 1),可以明显看出各采样点在不同季节藻类植物优势种群的明显变化。在黑龙江入黑河口以及城市自来水水源处(采集点、)春、夏季节常以硅藻群落为优势种群,春季以江河常见种颗粒直链藻(*Melosira granulata*)和斜形桥弯藻(*Cymbella excise*)为优势。个体优势度最高的月份在夏季,普通等片藻伸长变种(*Diatoma vulgare* var. *producta*)、窄异极藻延长变种(*Gomphonema angustatum* var. *producta*)和念珠等片藻(*Diatoma moniliformis*)占优势,其中极小曲壳藻苏格兰变种(*Achnanthes minutissima* var. *scotic*)为最高。秋季以卵圆双眉藻放射变种(*Amphora ovalis* var. *affinis*)和尖针杆藻(*Synedra acus*)占优势。

采样点 处于城市污水附近,其优势种主要以蓝藻和硅藻中的耐污种居多,其中细弱颤藻(*Oscillatoria tenuis*)、巨颤藻(*Oscillatoria princeps*)常被看作耐有机污染的指示种类,而硅藻则以华丽星杆藻(*Asterione formosa*)、变异直链藻(*Melosira varians*)以及具星小环藻(*Cyclotella stelligera*)为优势。胡鸿钧等(2006)描述具星小环藻是喜碱,广盐种,秋季在富营养的水体中能大量生长,这与本采样点的生态环境相吻合。

采样点 优势种以硅藻为主,主要是江河常见种,如颗粒直链藻(*Melosira granulata*)、扁圆卵形藻多孔变种(*Cocconeis placentula* var. *euglypta*)、梅尼小环藻(*Cyclotella meneghiniana*)。

采样点 断面除了硅藻以外还以绿藻占优势,绿藻类主要是钝鼓藻(*Cosmarium obtusatum*)、螺旋纤维藻(*Ankistrodesmus spiralis*),其中鼓藻在春季为优势种群,而且显微镜下大多均处于分裂状态,此现象的产生主要由于春季水温较低,水体透明度较大,比较适合鼓藻的繁殖。夏季随温度的升高,螺旋纤维藻(*Ankistrodesmus spiralis*)又成为优势种群,该种属于耐有机污染的常见种类(Munne et al, 2005),可能是由于此段水域常有船舶停靠,水体流速缓和,有机物质增多等原因引起的。

采样点 属于明显的山区性河段,早春和深秋气候寒冷,水温也较低,优势种群春季以山区种普通等片藻线形变种(*Diatoma vulgare* var. *linearis*)和喜清洁的钝鼓藻(*Cosmarium obtusatum*)为优势,秋季又以冷水种橄榄绿异极藻石灰质变种(*Gomphonema olivaceum* var. *alcareum*)占优势(Kiplagatat et al, 1998),而夏季的优势种群是念珠等片藻(*Diatoma moniliformis*)和镰形纤维藻(*Ankistrodesmus falcatus*)。

2.3 藻类植物的生态类型及其环境相关性

藻类植物的群落结构特征与环境因子密切相关,而藻类植物的个体、种群或群落结构的变化,可以客

表 1 黑龙江黑河段水域藻类植物优势种群统计
Tab.1 The dominant algae in Heilongjiang River, Heihe

采样点	年份	春季 (5 月、6 月)	夏季 (7 月、8 月)	秋季 (9 月、10 月)
	2006	<i>Melosira granulata</i> (Ehr.) Ralfs (28.04%)	<i>Diatoma moniliformis</i> K ü tz. (18.51%)	<i>Amphora ovalis</i> var. <i>affinis</i> K ü tz. (15.03%)
	2007	<i>Ceratoneis arcus</i> K ü tz. (19.05%)	<i>Diatoma vulgare</i> var. <i>producta</i> Grun. (27.3%)	<i>Synedra acus</i> K ü tz. (19.32%)
	2006	<i>Cymbella excise</i> K ü tz. (16.51%)	<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>scotica</i> (Carter) Lange-Bertalot (30.28%)	<i>Navicula viridula</i> K ü tz. (20.5%)
	2007	<i>Melosira granulata</i> (Ehr.) Ralfs (33.2%)	<i>Gomphonema angustatum</i> var. <i>producta</i> (K ü tz.) Grun. (25.5%)	<i>Navicula viridula</i> K ü tz. (15.72%)
	2006	<i>Melosira varians</i> Ag. (17.23%)	<i>Asterione formosa</i> Hassall (17.29%)	<i>Oscillatoria tenuis</i> Ag. (23.45%)
	2007	<i>Oscillatoria princeps</i> Vauch. (19.15%)	<i>Melosira varians</i> Ag (25.1%)	<i>Cyclotella stelligera</i> Cleve & Grun. (17.5%)
	2006	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehr.) Cl. (22.06%)	<i>Navicula radiosa</i> K ü tz. (23.89%)	<i>Pinnularia grunowii</i> Lange-Bertalot (16.3%)
	2007	<i>Melosira granulata</i> (Ehr.) Ralfs (33.2%)	<i>Cyclotella meneghiniana</i> K ü tz. (19.2%)	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehr.) Cl. (23.85%)
	2006	<i>Cosmarium obtusatum</i> Schmid. (17.69%)	<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (Turn.) Lemn. (15.32%)	<i>Cymbella excise</i> K ü tz. (19.75%)
	2007	<i>Diatoma vulgare</i> var. <i>distorta</i> Grun (22.85%)	<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>scotica</i> (Carter) Lange-Bertalot (25.2%)	<i>Diatoma vulgare</i> var. <i>producta</i> Grun. (19.20%)
	2006	<i>Diatoma vulgare</i> var. <i>linearis</i> Grun (12.56%)	<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Cord.) Ralfs. (14.32%)	<i>Diatoma tenue</i> Ag. (13.98%)
	2007	<i>Cosmarium obtusatum</i> Schmid. (20.13%)	<i>Diatoma moniliformis</i> K ü tz. (20.08%)	<i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>alcareum</i> Cleve (12.15%)

观反映出水体质量的变化规律(Thomnton *et al*, 1990), 因此藻类植物的群落结构特征在一定程度上反映了当时水环境的状况。黑龙江黑河江段藻类植物的多样性比较丰富, 群落结构复杂。根据藻类植物对温度、pH、盐度适应性, 结合采集地区的理化特征以及藻类植物在不同水体环境的分布特性(Gasse, 1986; Krammer, 2000; Mariacristina *et al*, 2006)对已发现的藻类植物进行生态类型分析(表 2)。

表 2 不同采样地藻类植物种类组成的生态信息
Tab.2 The ecological information of the algae in all sampling stations

生态类型		采样点					
		1	2	3	4	5	6
耐盐程度	寡盐	43	52	3	39	43	56
	中盐	2	6	9	7	3	0
	适盐	3	5	4	6	2	5
pH	嗜酸	1	0	0	2	0	1
	中性	16	18	7	19	21	27
	微碱	30	25	10	22	19	29
	嗜碱	1	0	2	2	1	0
水流	静水	19	10	9	15	14	16
	流水	15	23	7	19	22	27
	沿岸	5	6	0	7	1	5
营养化水平	寡营养	13	12	5	10	15	22
	中营养	23	17	6	15	19	28
	富营养	2	3	6	4	1	0
淡水普生种		53	51	19	46	50	68
溪流、湖泊、池塘、江河常见种		23	19	10	12	22	25
冷水种类		7	4	1	3	7	10
高原山区种类		4	3	0	1	3	5
各采样点的藻类总数		77	64	38	76	58	80

在黑河江段各采样点出现的藻类植物中, 大部分为淡水普生种, 江河常见种也占相当的比例。根据藻类植物对盐度的适应性, 可以看出寡盐种类占的比例较大; 大部分藻类为适应微碱至中性的环境种类, 嗜酸性种类非常少; 属于寡营养或中营养的种类几乎在所有采集点中都有出现并占优势。

此外, 还发现了一些冷水性的种类, 如羽纹脆杆藻(*Fragilaria pinnata*)、簇生竹枝藻(*Draparnaldia glomerata*)、群聚锥囊藻(*Dinobryon sociale*)、分枝锥囊藻(*Dinobryon divergens*)等; 同时在采样点 和采样点 还出现了一些山区特有种, 如: 弧形蛾眉藻(*Ceratoneis arcus*)、弧形蛾眉藻双头变种(*Ceratoneis*

arcus var. *amphioxys*)、双生双楔藻(*Didymosphenia geminata*)等, 这些种类的出现与黑龙江黑河江段属于明显的山区性河段这一地域特征相吻合。

在 2006—2007 年两年的藻类采集调查中, 有些藻类植物个体丰度最高的月份在夏季, 此时常有一些清洁水体常见的种类出现, 如在采样点 、 发现的窄异极藻延长变种(*Gomphonema angustatum* var. *producta*)、极小曲壳藻苏格兰变种(*Achnanthes minutissima* var. *scotica*)优势度较高, 其中极小曲壳藻苏格兰变种对有机污染高度敏感, 常作为高质量水(excellent)的代表种(Manel *et al*, 2005); 而窄异极藻延长变种也常出现在喜贫至中营养的水环境中。秋季占优势的卵圆双眉藻放射变种(*Amphora ovalis* var. *affinis*)在欧洲国家通常作为等级较好水体的指示种(Munne *et al*, 2005), 同时还发现山区冷水种类弧形蛾眉藻(*Ceratoneis arcus*)在每年的五、六月份也占有一定的优势。而处于中游的采样点 、 采样点 由于受人为活动干扰相对较少, 藻类分布表现出种类多样性较高、个体丰度相对较少的特征, 一些寡污带和贫营养指示种如斜形桥弯藻(*Cymbella excise*)、弧形蛾眉藻(*Ceratoneis arcus*)、微绿舟形藻(*Navicula viridula*)、微小曲壳藻苏格兰变种(*Achnanthes minutissima* var. *scotica*)等大量出现, 藻类分布特点表现出较高的优势度和指示作用。

由于采样点 位于市区排污口附近, 优势种群主要以蓝藻和硅藻中的耐污种居多, 其中细弱颤藻(*Oscillatoria tenuis*)、巨颤藻(*Oscillatoria princeps*)常被看作耐有机污染的指示种类, 而硅藻则以华丽星杆藻(*Asterionella formosa*)、变异直链藻(*Melosira varians*)以及具星小环藻(*Cyclotella stelligera*)为优势。除此以外, 采样点 还出现了以 β -中污带以上的污水指示种类, 包括蓝藻门中的巨颤藻(*Oscillatoria princeps*)和微小平列藻(*Merismopedia tenuissima*), 据文献记载(Palmer, 1969), 这两个种在江河的寡污带几乎不存在, 有时存在于多污带的水体中。这两个种类的出现, 说明采样点 存在一定程度的污染, 但是由于缺乏其它更多的多污带指示种类, 说明该处可能只是轻度污染。采样点 位于采样点 污水口的下游, 尽管受其上游的一定影响, 但是经过水流的冲刷以及水体的自净作用, 水体逐渐变得清洁, 除了少数耐污种类梅尼小环藻(*Cyclotella meneghiniana*)以外, 一些清洁种类如: 放射舟形藻(*Navicula radiosa*)、格威

羽纹藻(*Pinnularia grunowii*)等也逐渐出现。

3 讨论

黑龙江黑河段水域藻类植物比较丰富,经两年的调查采集,共鉴定藻类植物 146 个分类单位,包括 110 种 31 变种 5 变型,分别隶属于 5 门 7 纲 15 目 31 科 57 属。藻类植物的群落分布具有多样性丰富的特点,即喜流水种类比较多,急流种类突出,山区冷水种类明显,中性偏碱性种类居多,耐污种类极少。在所有采样点大量出现的藻类植物大多为淡水普生种类,共计 68 个分类单位,其中 25 个分类单位是江河常见种,几乎出现在所有采样点,如扁圆卵形藻多孔变种(*Cocconeis placentula* var. *euglypta*)、颗粒直链藻(*Melosira granulata*)、卵圆双眉藻(*Amphora ovalis*)、微小桥弯藻(*Cymbella minuta*)等,表明黑龙江黑河江段水域虽然在一定程度上为植物区系提供了一定的分离条件,如地处寒温带,水温较低等地理条件,但是并没有促使产生新种群的特殊条件,如极端的水环境或是地质变迁及其活动(Munne *et al.*, 2005),因此其藻类植物的群落结构也仅反映了采样点之间的生物地理学差异。

许多研究表明,藻类植物作为水体环境的指示植物和水域监测的综合指标,能对水质变化做出反应,从而可作为评价河流受污染程度和受人类活动干扰程度的重要生物监测指标(Wuhrmann *et al.*, 1975)。在作者的研究中,不同采集点藻类植物群落分布及其特点为黑龙江黑河水域季节性的变化及其环境相关性提供了重要的生物学资料。

黑龙江黑河段水域水温的季节变化差异显著($P < 0.01$),呈现夏季高,春季和秋季低的现象。水温基本上从春季开始回升,在夏季 7 月达最高值(25 °C),之后水温又逐渐下降,至秋季的 10 月末降低至 4 °C,11 月开始结冰封冻。因此藻类植物的个体丰度变化受水温变化的影响显著,其分布也呈现明显的季节变化趋势,夏季黑龙江黑河江段水量丰富,水温明显升高,光照充足,氮磷等营养盐的浓度增加,比较适合广温普生性种类的生长,如硅藻、蓝藻和绿藻,这些藻类种群密度较高的季节都是在夏季。早春和晚秋水温较低,有机质含量也低,水体的透明度较大,则适合一些冷水种类的生长和繁殖,如金藻和黄藻对水温的变化都反应灵敏,属于冷水性的种类,因此,春季金藻和黄藻生长比较旺盛。

黑龙江黑河段水域的酸碱度呈中性偏弱碱性,

在作者发现的藻类植物中,大多数为中性微碱性种类,有些种类在所有采集点都有分布,如窄异极藻(*Gomphonema angustatum*)、谷皮菱形藻(*Nitzschia palea*)、扁圆卵形藻多孔变种(*Cocconeis placentula* var. *euglypta*)等。而嗜碱性种类如:弯棒杆藻(*Rhopalodia gibba*)、膨大窗纹藻颗粒变种(*Epithemia turgida* var. *granulate*)则只是秋季出现在少数采样点。在各采样点出现的藻类植物中,寡盐种类占有很大的比例,约 56 个分类单位。其中,谷皮菱形藻、月形短缝藻(*Eunotia lunaris*)等共计 20 个分类单位在所有采样点都有出现。适盐种 9 个分类单位,其中梅尼小环藻(*Cyclotella meneghiniana*)、放射舟形藻(*Navicula radiososa*)、绒毛平板藻(*Tabellaria flocculosa*)等 5 个分类单位出现在所有采样点,从采样点中寡盐种出现的频度分析,寡盐种的比例较大,数量较多,由此表明黑龙江黑河江段水体的含盐量相对较低。

藻类群落特征可以准确预测所在水域的环境变化(Rimer *et al.*, 2007),从优势种群的分布来看,黑龙江的藻类植物主要是以适合流水生活的硅藻为主,其次是绿藻和蓝藻,还有少量的金藻和黄藻。一些优势种群的出现,主要是贫至中营养型水体的指示种。其中包括硅藻门的脆杆藻属(*Fragilaria*)、等片藻属(*Diatoma*)和绿藻门的角星鼓藻属(*Staurastum*)的一些种类,它们均喜欢生活在透明度较大、有机质含量低的水域中,而且是不耐污、不耐肥的种群。此外还出现了寡污带的常见优势种,如簇生竹枝藻(*Draparnaldia glomerata*)、环状扇形藻(*Meridion circulare* var. *constrictum*)、弧形峨眉藻(*Ceratoneis arcus*)和泉生菱形藻(*Nitzschia fonticola*)等群落。张觉民在 20 世纪 90 年代初期曾对黑龙江藻类植物进行过粗略的调查(张觉民, 1990),虽然种类较少,但都包括在本次研究发现的藻类植物群落组成当中,其中大部分的藻类植物属于耐污较窄的种类,只有少部分的藻类植物属于耐污较广的种类,说明黑龙江黑河段水域近 20 年来藻类植物的群落结构变化不大,水环境受各种污染物的影响较少。从藻类植物的种类组成和数量上来看,硅藻、绿藻两类藻类植物在种类组成及丰度变化上多于其它藻类,据此可以说明黑龙江的藻类群落结构主要为硅藻-绿藻群落类型, Round 等(1990)、Krammer(2000)等认为具有这样群落类型的江河水域环境常常指示水体环境为贫至中营养状态。

藻类群落的分布方式以及与环境相关性特点的

资料获得可以对环境的细微变化进行预测, 这对一个地区长期环境及生物多样性保护的决策具有重要的意义(Kiplagatat *et al*, 1998)。综合分析黑龙江黑河江段藻类植物的群落结构及其环境相关性, 水质的总体评价处于贫至中营养状态, 只是在个别采集地有中营养化的趋势, 表明这一段水域存在一定程度的污染, 但中营养状况并没有明显向着富营养化转变, 随着水体的流动和其自净作用, 这种营养指标偏高的程度会逐渐递减, 预计不会对水质造成严重的危害。本文结果表明, 黑龙江黑河江段具有丰富而独特的自然资源和相对完好的自然生态环境, 在一定程度上还没有遭到人为活动的显著污染, 处于贫至中营养状态。

参 考 文 献

- 沈韞芬, 章宗涉, 龚循矩等, 1990. 微型生物监测新技术. 北京: 中国建筑工业出版社, 100—148
- 张觉民, 1990. 中国内陆水域渔业资源. 北京: 农业出版社, 1—329
- 国家环保局, 1986. 环境监测技术规范. (第四册)水环境部分. 北京: 国家环保局, 98—111
- 胡鸿钧, 魏印心, 2006. 中国淡水藻类系统、分类及生态. 北京: 科学出版社, 23—903
- 章宗涉, 沈国华, 1959. 黑龙江的浮游植物及径流调节后的可能变化. 水生生物学集刊, 2: 128—140
- 黎尚豪, 毕列爵, 1998. 中国淡水藻志第五卷绿藻门. 北京: 科学出版社, 1—98
- 魏印心, 2003. 中国淡水藻志第七卷绿藻门. 北京: 科学出版社, 22—159
- Gasse F, 1986. East African Diatoms, Taxonomy, Ecological Distribution. Bibliotheca Diatomologica, Band 11, Berlin: Stuttgart Hutchinson T C, 1—202
- Hustedt, 1930. Bacillariophyta (diatomeae). A. Pascher, "Die-susswasser-Flora Mitteleuropas", 211—340
- Hustedt, 1935. Bacillariophyta (diatomeae). A. Pascher, "Die-susswasser-Flora Mitteleuropas", 376—713
- Kiplagatat K, Lothar K, Francis M M, 1998. Temporal changes in phytoplankton structure and composition and the Turkwel Corge Reservoir. Hydrobiologia, 368: 41—59
- Krammer K, 2000. Diatoms of the European Inland Waters and comparable Habitats, Vol.1, A.R.G. Gantner Verlag K.G. ISBN 3-904144-24-3
- Langela-Bertalot H, 2001a. Diatoms of the European Inland Waters and comparable Habitats. Vol.2, A.R.G. Gantner Verlag K.G. ISBN 3-904144-78-2
- Langela-Bertalot H, 2001b. Diatoms of the European Inland Waters and comparable Habitats. Vol.3, A.R.G. Gantner Verlag K.G. ISBN 3-904144-84-7
- Manel L, Sergi S, 2005. Diatom assemblage distribution in Catalan rivers, NE Spain, in relation to chemical and physiological factors. Water Research, 39: 73—82
- Mariacristina T, Antonio D U, 2006. Biology monitoring of some Apennine Rivers using the Diatom-Based Eutrophication / Pollution index Compare to other European Diatom indices. Diatom Research, 21(1): 159—174
- Munne A, Prat N D, 2005. Defining River Types in a Mediterranean Area: A Methodology for the Implementation of the EU Water Framework Directive. Environment management, (34): 711—729
- Palmer C M, 1969. A composite rating of algae tolerating organic pollution. J Phycol, 5: 78—82
- Patrick R, Reimer C W, 1966. The Diatoms of the United States. The Academy of Natural Sciences, Philadelphia, Monographs, I: 295—643
- Rimer F Goma J, Cambra J *et al*, 2007. Benthic Diatoms in Western European Streams with Altitudes above 800m: characterisation of the main assemblages and correspondence with ecoregions. Diatom Research, 22(1): 147—188
- Round F E, Crawford R M, Mann D G, 1990. The Diatoms. Biology & Morphology of the Genera. Cambridge University Press, Cambridge, 1—747
- Thomnton K W, Kimmel B L, Payne F E, 1990. Reservoir Limnology: Ecological Perspectives. New York: Wiley Interscience Publication, 1—246
- Wuhrmann K, Eichenberger E, 1975. Experiments on the effects of inorganic enrichment of rivers on periphyton primary production. Verh Internat Verein Limnol, 19: 2028—2034

RELATIONSHIPS BETWEEN ALGAE COMMUNITY STRUCTURE AND ENVIRONMENT IN HEILONGJIANG RIVER AT HEIHE

SUN Chun-Mei, FAN Ya-Wen

(College of Life Science and Technology, Harbin Normal University, Harbin, 150025)

Abstract Algae assemblages in Heilongjiang River (Amur River) at Heihe of China were investigated in sampling six stations in May to October, 2006—2007. A total of 146 algae taxa were identified, belonging to 5 phyla, 7 classes, 15 orders, 31 families, 57 genera, 110 species, 31 varieties and 5 forms. Algae community, dominant species and their relationship with environmental variables were examined. Species diversity and community composition varied strongly in the area. Most of them were cosmopolitan species; others included oligohalobic, neutral, alkalescent, some cold water ones, and several mountainous endemics. Significant correlation existed between algae and ambient factors. Among the factors, water temperature is the most influential one on the diversity and abundance of the species, but the water pH as it varied slightly 6.7—7.4 in the area. In trophical status, oligosaprobic to mesosaprobic varieties dominated, with few eutrophic members, indicating that the river water quality was satisfactory in overall by the time of research.

Key words Algae community structure, Heilongjiang River at Heihe, Environmental relationship