ISSN 0250-3301 CODEN HCKHDV

环境科学

(HUANJING KEXUE)

ENVIRONMENTAL SCIENCE

第33卷 第10期

Vol.33 No.10

2012

中国科学院生态环境研究中心 主办

科学出版社 出版

环境科学
(HUANJING KEXUE)
ENVIRONMENTAL SCIENCE
第33卷 第10期
2012年10月15日

目 次

淀山湖百年营养演化历史及营养物基准的建立 …… 李小平,陈小华,董旭辉,董志,孙敦平(3301)
矿化度作为蒙新高原湖泊营养物基准影响指标的可行性 …… 席北斗,张亚丽,许秋瑾(3308)
小波分析在湖泊常见浮游藻荧光识别测定中的应用 …… 张翠,苏荣国,宋志杰,张珊珊,王修林(3314)
湖面亮温对巢湖水华影响的遥感监测分析 …… 张红,黄勇,李堃(3323)
基于地下水暴露途径的健康风险评价及修复案例研究 …… 姜林,钟茂生,贾晓洋,夏天翔,姚珏君,樊艳玲,张丽娜,唐振强(3329)
基于多生物标志物污染指数法的北部湾潮间带污染程度评价 …… 杜秀萍,孟范平,王志峰,李祥蕾,杨菲菲,程凤莲,杨跃志,李正炎(3336)
东海无机氮排海通量年际变化估算 …… 吴家林,方倩,石晓勇,李克强,张传松,王修林(3344)
海洋酸化对大型海藻生长以及磷酸盐、硝酸盐吸收利用的影响 …… 于娟,张瑜,杨桂朋,田延旺(3352)
北黄海表层沉积物中颗粒态磷的形态分布 …… 孟佳,姚庆祯,陈洪涛,于志刚(3361)
湖泊疏浚对沉积物再悬浮及磷迁移影响的模拟研究 …… 余居华,钟继承,张银龙,范成新,何伟,张雷,唐阵武(3368)
降雨条件下岩溶泉水中悬浮颗粒物的运移特征及来源分析 …… 杨平恒,刘子琦,贺秋芳(3376)
三峡水库试验性蓄水前后大宁河富营养化状态比较 …… 张佳磊,郑丙辉,刘录三,王丽婧,吴光应(3382)
三峡库区不同土地利用类型氮磷流失特征及其对环境因子的响应 …… 曾立雄,黄志霖,肖文发,田耀武(3390)
山地城市地表径流源区水质特征监测研究 …… 李立青,单保庆,赵建伟,郭树刚,高勇(3397)
唐山开滦煤矿区土壤及地表水中Se元素赋存状态及其生态效应研究 …… 张秀芝,马忠社,王荫楠,王志军,谢伟民(3404)
西藏地表水中砷的分布 …… 王明国,李社红,王慧,肖唐付,郑宝山(3411)
锡林河流域地表水痕量元素的时空分布 …… 薛丽洋,吴锦奎,张明泉,丁永建,叶柏生(3417)
天津滨海地区表层沉积物中持久性有机污染物的含量特征与生态风险 …… 卢晓霞,张姝,陈超琪,侯珍,杨君君(3426)
松花江流域河流沉积物中多氯联苯的分布、来源及风险评价 …… 聂海峰,赵传冬,刘应汉,彭敏,李括,杨柯,刘飞(3434)
长江口近岸表层沉积物中基质结合态磷化氢的分布特征 …… 李涛,侯立军,刘敏,赵迪,尹国宇,郑艳玲,赵慧(3443)
烟台四十里湾柱状沉积物氮形态地球化学特征 …… 杨玉玮,高学鲁,李培苗(3449)
黄河口湿地土壤中正构烷烃分子指标及物源指示意义 …… 姚鹏,尹红珍,姚庆祯,陈洪涛,刘月良(3457)
含藻水中壬基酚的光降解转化研究 …… 彭章娥,冯劲梅,何淑英,吴峰(3466)
硝酸铁-过硫酸盐改性GAC催化H_2O_2氧化橙黄Ⅳ …… 张瑛洁,徐淑芬,廖霞,曹天静,杨榕,李大鹏(3473)
Pd/CMK-3的合成、表征及对甲酸的电催化氧化性能研究 …… 还中科,宗恩敏,魏丹,万海勤,郑寿荣,许昭怡(3479)
曝气稳定塘处理农村生活污水曝气控制条件研究 …… 李怀正,姚淑君,徐祖信,陈卫兵(3484)
以亲水化改性聚氨酯为多孔载体的生物膜移动床反应器处理污水中试研究 …… 王玉晓,孔秀琴,冯权,卢海涛,王德源,唐黎明,邢新会(3489)
光催化降解渗滤液DOM不同组分的相对分子质量变化特征 …… 贾陈忠,王焰新,张彩香(3495)
短程硝化-反硝化生物滤池脱氮机制研究 …… 孙迎雪,徐栋,田媛,李燕飞(3501)
CANON反应器运行稳定性及温度冲击的影响 …… 付昆明,张杰,曹相生,李冬,孟雪征(3507)
MUCT工艺全程硝化和短程硝化模式下反硝化除磷研究 …… 曾薇,王向东,张立东,李博晓,彭永臻(3513)
活性污泥胞外聚合物(EPS)的分层组分及其理化性质的变化特征研究 …… 袁冬琴,王毅力(3522)
有机负荷条件对间歇式气提内循环反应器中好氧颗粒污泥形成的影响 …… 刘孟媛,周丹丹,高琳琳,马德方,张予萌,李克宇(3529)
厌氧污泥降解萘动力学与生物多样性研究 …… 曹新垲,杨琦,郝春博(3535)
雌二醇在土壤/沉积物中的吸附特征及猪粪DOM对吸附的影响 …… 张丰松,李艳霞,黄泽春,杨明(3542)
近海沉积物对粪固醇的等温吸附和热力学研究 …… 张晓蕾,薛文平,徐恒振,马新东(3547)
甲苯在北京褐潮土中的运移分布及其STOMP模拟研究 …… 韩春媚,冉娟,张慧,李发生,李雁,谷庆宝(3554)
聚丙烯酸钠为结合相的梯度扩散薄膜技术预测甘蔗田土壤中镉的生物有效性 …… 王芳丽,宋宁宁,赵玉杰,张长波,沈跃,刘仲齐(3562)
土壤改良剂及其组合原位钝化果园土壤中的Pb、Cd …… 汤民,张进忠,张丹,陈舜,张训,刘万平,余建(3569)
基于不同通车时间的路旁土壤重金属健康风险:以连霍高速郑州—商丘段为例 …… 谷蕾,仝致琦,宋博,马建华(3577)
生活污水污泥制备的生物质炭对红壤酸度的改良效果及其环境风险 …… 卢再亮,李九玉,姜军,徐仁扣(3585)
沉积物中多环芳烃对反硝化功能基因垂直分布的影响 …… 吴艳阳,吴群河,黄珊,叶嘉欣,张恒军,张仁铎(3592)
阴离子黏土(层状双氢氧化物)对鲱鱼精DNA在重金属作用下的保护作用研究 …… 唐旖旎,吴平霄,朱能武(3598)
预处理后生物成因施氏矿物的矿物学特征及对As(Ⅲ)吸附的影响 …… 梁剑茹,李浙英,刘奋武,周立祥(3606)
铜绿假单胞菌ZGKD2的重金属耐性机制研究 …… 张玉秀,王姣,柴团耀,张倩,刘金光,李霞,白志强,苏增健(3613)
1株1,2-二氯乙烷降解菌的分离及降解特性研究 …… 王小春,陈东之,金小君,陈建孟(3620)
PCBs降解菌的筛选及其降解特性研究 …… 史舜燕,冯流,龚吉(3627)
青草沙水库蓄水期间细菌群落结构变化的初步研究 …… 彭青,谢冰,袁琦,黄智婷,崔璐璐,王文婷(3634)
华北平原玉米-小麦轮作农田N_2O交换通量的研究 …… 裴淑玮,张圆圆,刘俊锋,伦小秀,牟玉静(3641)
影响南京地区的两次典型空气污染过程分析 …… 王飞,朱彬,康汉清,高晋徽,王瑛,江琪(3647)
济南市夏季环境空气VOCs污染特征研究 …… 刘泽常,张帆,侯鲁健,刘玉堂,吕波(3656)
活性炭分解臭氧机制研究 …… 刘海龙,张智烨,张忠明,焦茹媛,王瑞军(3662)
大气O_3浓度升高对2种基因型矮菜豆丛枝菌根(AM)结构及球囊霉素蛋白产生的影响 …… 王鹏腾,刁晓君,王曙光(3667)
铝胁迫下外源钙对外生菌根真菌抗氧化保护酶活性的影响 …… 王明霞,黄建国,袁玲,周志峰(3675)
锌冶炼不同群落生境蟋蟀汞污染 …… 郑冬梅,李昕馨,罗庆(3680)
《环境科学》征订启事(3313) 《环境科学》征稿简则(3322) 信息(3328,3512,3561,3640)

湖面亮温对巢湖水华影响的遥感监测分析

张红[1], 黄勇[2*], 李堃[1]
(1. 安徽省环境科学研究院, 合肥 230061; 2. 安徽省气象科学研究所, 合肥 230031)

摘要: 利用 2002 ~ 2007 年 NOAA 气象卫星搭载的先进甚高光谱分辨率辐射计(NOAA/AVHRR)资料, 对巢湖蓝藻水华发生频次和湖面亮温的时空分布规律进行统计分析, 得到巢湖水体表面亮温的时空分布规律, 并探讨其与气温、降水等气象因子以及水华之间的关系和可能存在的机制. 从结果来看, 湖面亮温与水华发生频次的空间分布规律相近, 而在时间分布上存在着较大的差别. 一方面, 空间分布的相似性表明, 湖面亮温高的区域容易发生水华现象; 另一方面; 时间分布的不一致性表明还有其它的因素会影响水华的发生. 通过讨论, 得出以下结论: ①以 5 月为分界线, 巢湖水华总体上可以分为春季和夏季两大暴发期, 春季藻类在较低的水温条件下就能生长繁殖, 并暴发水华, 但难以形成较大的规模. ②受降水量增加的影响, 在气温达到最高值的 7 月不仅湖面亮温所有降低, 而且水华发生频次也有所减少.

关键词: 巢湖水华; NOAA/AVHRR; 湖面亮温; 降水; 气温
中图分类号: X524; X87 **文献标识码**: A **文章编号**: 0250-3301(2012)10-3323-06

Analysis of Algae Bloom and Lake Surface Bright Temperature in Chaohu Lake Based on Remote Sensing Data

ZHANG Hong[1], HUANG Yong[2], LI Kun[1]
(1. Anhui Institute of Environment Science, Hefei 230061, China; 2. Anhui Institute of Meteorology, Hefei 230031, China)

Abstract: This article used the remote sensing data from 2002 to 2007 obtained by NOAA/AVHRR to analyze the relationship between algae bloom and lake surface bright temperature in Chaohu Lake. The spatial distribution of Chaohu Lake surface bright temperature was found to be similar to that of the occurrence frequencies of algae bloom. Algae blooms occurred frequently in the region with high bright temperature. In terms of temporal distribution, there was significant difference between the bright temperature and algae bloom, which indicated that the algae bloom could be affected by factors other than the temperature. From the analysis, the following conclusions were drawn. First, the break out season of algae bloom could be divided into spring and summer periods in annual variation, with May as the dividing point. In the spring break out season, the growth and propagation of algae did not depend on the temperature of water, and the affected areas of algae bloom were usually small. Secondly, with the increase of precipitation in July, the bright temperature and the occurrence frequency of algae bloom were decreased.

Key words: algae bloom of Chaohu Lake; NOAA/AVHRR; lake surface bright temperature; precipitation; atmospheric temperature

卫星遥感是一种具有快速、大范围、周期性等特点的探测手段, 在湖泊水质监测方面具有常规监测不可比拟的优越性[1], 利用卫星遥感资料能够开展湖泊水华的有效监测[2~12]. 目前国内开展的湖泊水华监测中, 主要针对太湖和巢湖两大湖泊来开展. 不仅利用高分辨率的资源卫星来监测水华, 而且还以空间分辨率较低的极轨气象卫星数据为信息源来开展的研究工作.

巢湖是我国五大淡水湖之一, 地处南北气候过渡带, 位于长江与淮河之间, 毗邻安徽省省会城市——合肥. 随着巢湖流域内城市社会与经济的不断发展, 大量的工业废水、农田径流和生活污水排入巢湖[13~15], 使得水体富营养化, 从而导致水华的频繁发生. 巢湖水华已经成为沿湖地区一大紧迫的环境问题[15].

水体富营养化是一个缓慢的累积过程发生, 不同区域富营养化所需的必要条件基本上是相同的, 最主要影响因素可以归纳为: 相对比较充足的营养盐(总磷、总氮等)和适宜的外部条件(气温、光照、水文、气象等). 充足的营养盐是藻类滋长的必备条件, 合适的水温和光照则是水藻大量繁殖的前提, 而大量的降水则对水华有抑制作用. 此外, 适当的水体扰动能够增加藻细胞与水体的接触, 提高藻类对外源性磷的吸收速率, 促进水藻的生长[16]. 王得玉等[17]研究还表明, 24 ~ 30℃ 的水体温度是蓝藻暴发的必要条件; 水温 > 30℃ 则对蓝藻的生长有明

收稿日期: 2011-12-26; **修订日期**: 2012-04-19
基金项目: 国家重点基础研究发展规划(973)项目(2008CB418006); 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2012ZX07103003); 安徽省优秀青年科技基金项目(10040606Y30)
作者简介: 张红(1977 ~), 女, 硕士, 工程师, 主要研究方向为环境遥感, E-mail: zhanghontkt@126.com
* 通讯联系人: E-mail: hy121_2000@126.com

显的抑制作用.

对于巢湖而言,虽然气温和日照是与水华发生关系较为密切的两个气象因子,并认为气温对水华的影响有一定的滞后效应(气温最大值出现在7月,而水华发生最为频繁的时段是在8月)[18]. 但是,尚无研究来确定水温与水华间的关系. 为此,利用多年卫星遥感资料,对巢湖水体表面亮温进行统计分析,得到巢湖水体表面亮温的时空分布规律,并探讨其与气温、降水等气象因子以及水华之间的关系和可能存在的机制.

1 资料与数据处理

美国国家海洋大气局(NOAA)发射运行的NOAA系列卫星上携带有先进甚高光谱分辨率辐射计(AVHRR),对可见光、近红外和热红外段敏感. AVHRR数据被较广泛地应用于作物长势监测、产量预测、旱情、森林火情以及洪涝等灾害监测.

本研究所用资料为2002~2007年NOAA/AVHRR资料(共计2 673个时次),第1、2、4通道分别为可见光(0.58~0.68 μm)、近红外通道(0.725~1.0 μm)和热红外(10.3~11.3 μm)通道. 其中,1、2通道的组合能够反映出巢湖区域的绿度分布,对水华实施有效的监测[19]. 巢湖水华监测采用植被指数法[18]. 而4通道(热红外通道)能够反映目标物的热力属性,从中了解到湖面水温的分布[20]. 由于缺少实测资料来进行湖面温度反演结果的验证,因此无法评估利用NOAA/AVHRR资料反演得到的巢湖表面温度的精度. 为此,不进行湖面温度的反演,而直接利用观测的亮温信息来进行分析. 此外,由于NOAA/AVHRR资料空间分辨率较粗,为减小水陆混合像元对监测结果的影响,在资料预处理过程中,还将湖区范围向内收缩2个像元(2 km左右).

在得到巢湖水面亮温与水华监测结果的基础上,按照季节(春季3~5月;夏季6~8月,秋季9~11月,冬季12~次年1月)来进行空间分析,并进行逐月数据的多年平均以得到湖面亮温的年变化特征. 在统计的2 673个时次卫星资料中,4个季节所占比重基本相同,春、夏、秋、冬所占比重分别为23%、26%、27%和24%.

2 湖面亮温时空分布特征

从湖面亮温的年变化来看,总体上呈现单峰变化特征(图1):1月亮温最低,6、8月亮温最高;1~6月为湖面升温期,而8~12月为湖面的降温期. 湖面亮温的年变化规律与气温总体相似,但在最高值出现的时间上有所差异,主要表现为:7月为气温最高的时期,但此时湖面亮温不仅未达到最高值,而且还略有下降;6、8月的气温虽低于7月,但是湖面亮温却要高于7月.

与气温相比,湖体水温变化的诱因较多,不仅有太阳辐射、大气辐射和湖面水汽蒸发,而且还包括湖面降水、入湖径流以及吸收湖盆热量等. 在这些因子中,导致湖面亮温达到最高的时间要与气温不一致的原因主要有2个. ①大气辐射升温作用要慢于地表对大气的加热作用. 空气温度升高以后,会引起湖面所接受的大气辐射辐射增加,从而引起水体的升温;而这一升温过程需要一定的时间,因此要有所滞后,不能与气温的最高值同时出现. ②湖面降水过程对湖体有降温作用.

对巢湖流域来说,每年的6~7月为全年降水最多的时段[18]. 由于落到地面雨水的温度要低于巢湖水体的温度,因此大量雨水进入湖体后,会导致整个湖体水温的降低,从而造成了湖面亮温在7月出现了一个低值. 进入8月后,随着降水量的减少,降水对湖体的降温作用逐渐减小,湖表面的温度也随之升高,从而使得8月湖面亮温又有所升高.

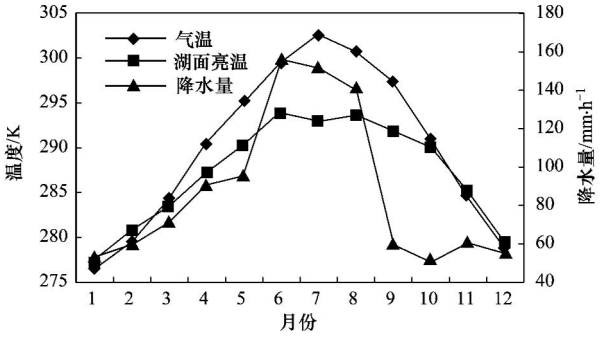

图1 大气温度、湖面亮温与月降水量年变化

Fig. 1 Annual variation of atmospheric temperature, lake surface bright temperature and monthly total precipitation

湖面亮温的空间分布总体上呈现出南低北高,东冷西暖的分布特征(图2). 从分季节的空间分布来看,除夏季外,均在靠北岸一侧出现了东西两个高值中心,且均沿湖岸分布,尤其是冬季与春季的高温中心均沿北侧湖岸呈带状分布(图3). 另外,在春、秋季,除北岸的两个高亮温中心外,在南岸都存在一个与低温中心相邻的高温中心. 夏季湖面亮温高值中心位于西半湖北侧,并在东半湖北部有一个低值中心.

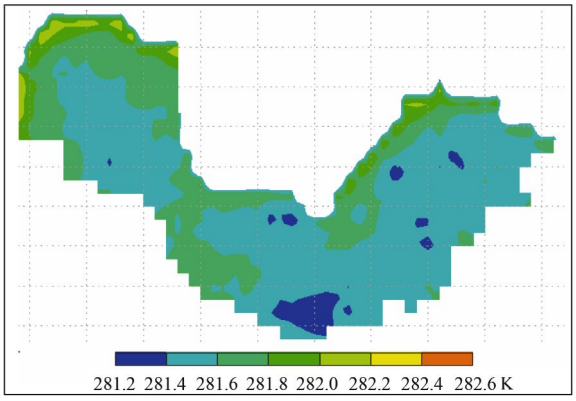

图 2　湖面亮温多年平均分布

Fig. 2　Multi-year average spatial distribution of Chaohu Lake surface bright temperature

3　水华规律与湖面亮温的关系

与水华发生概率分布相比，高亮温区与水华发生高频区位置[18]一致. 也就是说，水华多发区的亮温要高于其它区域. 从分季节的湖面亮温空间分布来看，秋、冬季湖区亮温分布与水华分布之间相关性较差，春、夏季水华频发区的分布与高温对应关系较好（图 4）. 从湖面亮温的年变化来看，最大值出现在 6、8 月，而 8 月正好是水华出现概率最大的时期. 因此，对于最大水华发生频次出现的时期来看，湖面亮温的一致性要好于大气温度.

在年变化中，5 ~6 月较为特别：气温在升高，水温也在升高，但是水华出现概率却有所下降. 此时恰好为春夏交替期，并且降水量也有显著的增加. 藻类种群的季节性更替和降水量的显著增加，均会造成水华发生频次减少. 因此，5 ~6 月水华发生频次的减少，可能与这两方面有关.

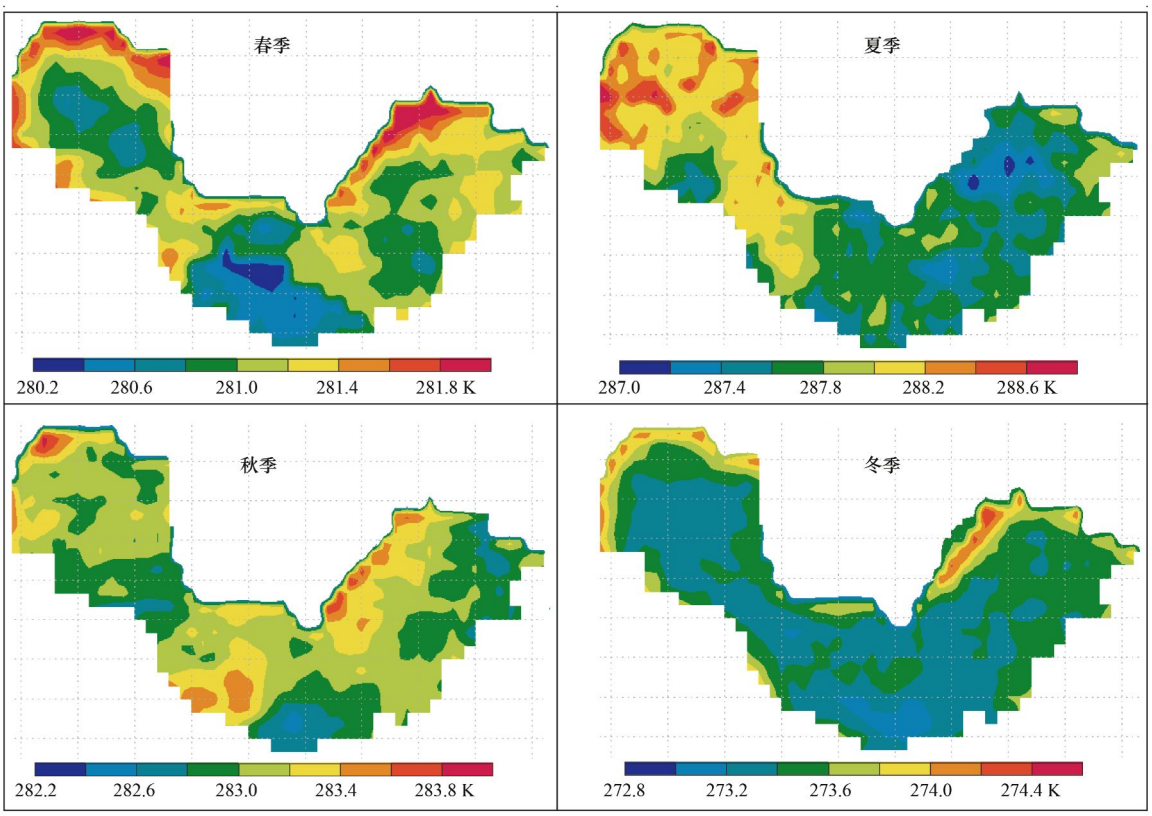

图 3　不同季节湖面亮温空间分布

Fig. 3　Special distribution of Chaohu Lake surface bright temperature in different seasons

从水华面积与湖面平均亮温的散点图可以看出（图 5），水华面积越大，对应的湖面亮温就越接近 300 K，即当湖面亮温接近 300 K 时，巢湖才会暴发大面积的水华. 也就意味着，在这个亮温条件下藻类容易生长与繁殖，并在合适的环境条件下聚集起来形成大面积水华. 从不同时段的分布统计来看，在春季藻类水华频发的 3 ~4 月，面积大于 30 km^2 的水华暴发时湖面亮温虽介于 283 ~290 K 之间，但散点分布离散，规律性不明显；在夏季大面积水华现象（水华面积大于 100 km^2）发生时湖面亮温处在 293 ~300 K 间，且面积越大湖面亮温越接近 300 K；其它月份面积 > 50 km^2 的水华发生于湖面亮温

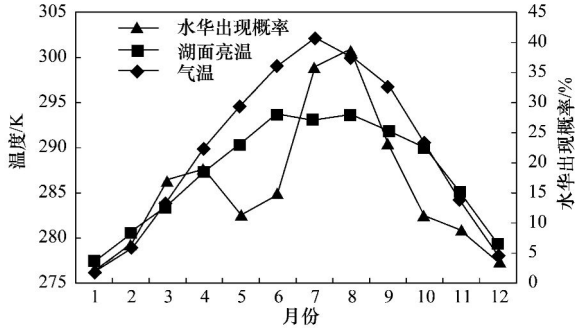

图 4 大气温度、湖面亮温与水华出现概率年变化

Fig. 4 Annual variation of atmospheric temperature, lake surface bright temperature and algae bloom probability

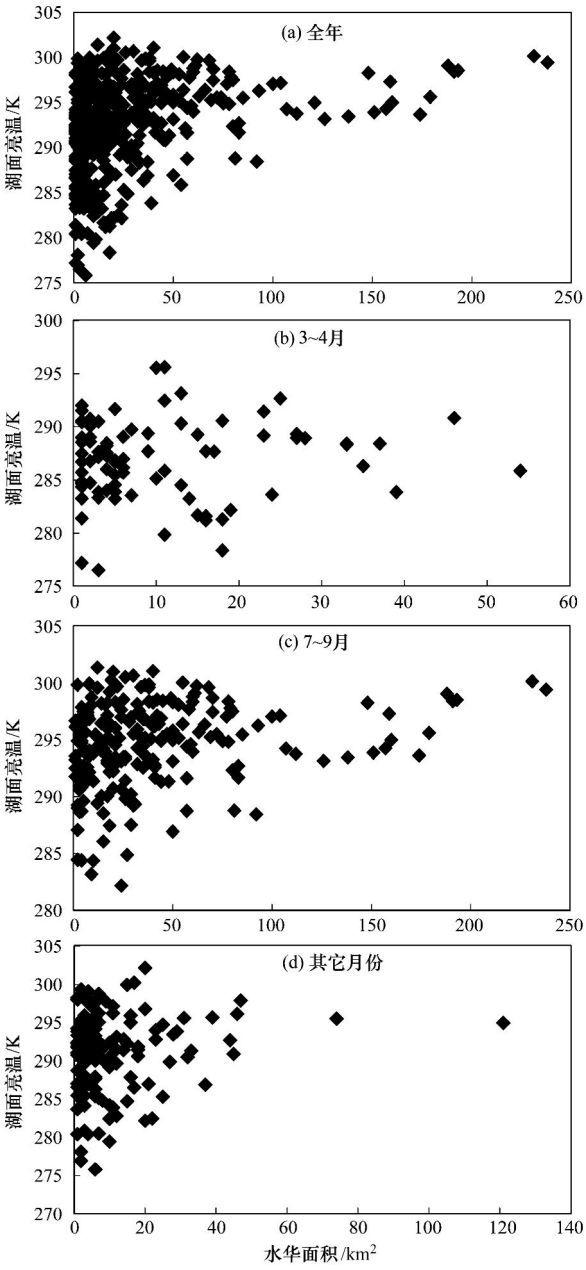

图 5 水华面积与亮温对应关系分布示意

Fig. 5 Scatter diagram of Chaohu Lake algae bloom area and bright temperature

为 295 K 左右的环境中.

4 讨论

4.1 水华发生期划分

根据水华出现概率的年变化曲线,可以看出巢湖水华有春季和夏季两个主要的频发期,5 月是两个暴发期的一个分界线. 从巢湖藻类的种群分布[21~23]来看,春季藻类与夏季藻类属于不同的种群,其生长过程对环境需求也有所差异. 在巢湖浮游植物中[21],蓝藻占 45.43%,绿藻占 27.14%,硅藻占 20.6%,其它藻类 6.83%. 其中,夏、秋季以需要较高温度才能滋长和繁殖的蓝绿藻为主,冬、春季则以对温度要求较低的硅藻为主.

4.2 水华与气象因子的关系

与气温和湖面亮温表现出来的单峰年变化规律有所不同,水华发生概率出现了 2 个峰值,分别处在 3 ~4 月和 7 ~8 月. 考虑到巢湖藻类种群结构复杂,3 ~4 月的小峰值体现了春季藻类的繁殖与增长,而 7 ~8 月的大峰值则体现了夏季生长藻类繁生形成的水华[15]. 因此,5 ~6 月是两类对环境温度要求不同的藻类种群相互交替的过渡时期,即随着水温的不断升高,春季藻类逐渐衰亡,而夏季藻类开始生长繁殖. 由于春季藻类逐渐衰亡,而夏季藻类尚未生长到形成水华的程度,从而导致了这一时期内水华发生频次的减少. 因此,5 月水华发生频次减少的主要原因是藻类种群的更替.

6 月,湖面亮温和气温均有不同程度的上升,环境条件更加适合夏季藻类的生长与繁殖. 并且经过 5 月的滋长,湖区内已有一定数量的夏季藻类聚集,但此时显著增加的降水在对巢湖水体进行降温的同时,也降低了营养盐和藻类浓度. 从而使得水华发生概率仅仅是略有上升,而未出现显著增加. 在随后降水量开始减少的 7 月,水华出现概率发生激增的现象. 因此,可以认为,6 月水华发生概率的降低是由于藻类种群更替和降水量增加共同引起的,且降水量增加占主导因素.

另外,张红等[12]在分析水华出现概率与平均气象的年变化时,发现气温最高的时期与水华出现最大概率的月份并不一致. 并认为大气温度是影响藻类生长并形成水华的最主要的气象因子,但对水华的影响有一定的滞后效应. 从湖面亮温的年变化来看,由于降水量的增加,引起了 7 月湖面亮温的一个下降. 而降水量的增加一方面会引起水温的下降;另外一方面,还会对湖体有冲刷作用,降低了营养盐

和藻类的浓度,从而使得水华发生频次减少. 因此,滞后效应[15]的实质是降水增加所引起环境改变后,使得藻类的浓度和生长繁殖速度变慢,从而造成水华发生频次的减少; 而并不是温度对水华影响需要一个较长的过程.

4.3　水华与湖面亮温的关系

合适的水温有利于藻类的滋长,并在一定的环境条件下形成水华. 而大面积水华暴发时,需要大量的藻类聚集,因此这一时期的环境条件最适合于藻类生长和繁殖. 从图 5 可以看出,对全年平均来说 290 ~ 300 K 是最适合于藻类滋长的湖面亮温; 而在春季藻类多发的 3 ~4 月,虽然水华发生的次数较多,但范围较小,最大面积也未超过 60 km^2,且水华面积与湖面亮温间的散点关系中,亮温随面积的增加而趋向于某一值域的变化特征也不明显. 表示这一时期内水华发生对湖面亮温(水温)的依赖关系较差,即藻类的生长繁殖对环境温度不敏感. 考虑到这一时期恰好为沉降在湖底的越冬藻类的复苏时期[24],而且以耐低温的硅藻为主,因此大量越冬藻类的复苏以及藻类种群的不同是春季低温时期内暴发藻类水华的主要原因.

对于夏季藻类导致水华频发的 7 ~9 月,水华面积越大,湖面亮温越接近 300 K. 即 300 K 适合于藻类生长与繁殖的湖面亮温条件. 在两个多发期以外的其它月份,水华暴发的最佳湖面亮温为 295 K.

从以上分析可以看出,春季藻类水华的发生与环境水温之间不存在明显的相关关系,而夏季藻类的滋长需要较高的水温,从湖面亮温来看最佳的温度为 300 K. 从水华面积来看,3 ~4 月的春季藻类水华暴发期内,虽然发生频次高,但因水温条件不足难以形成较大的规模. 而 7 ~9 月因水温条件合适,致使发生水华时面积较大. 总的来说,大面积的水华均发生于高的水温环境中,水温是形成大范围的水华的关键因素之一.

5　结论

(1)以 5 月为分界线,巢湖水华可以分为春季和夏季两大暴发期. 在 3 ~4 月的春季水华暴发期内,藻类的生长繁殖对水温的要求较低,并且存在大量越冬藻类的复苏,这是造成低温条件下暴发水华的主要原因. 而夏季藻类的滋长则依赖环境水温的大小. 在空间分布上,湖面亮温的高值区容易出现水华.

(2)湖面亮温的年变化总体上呈现单一的峰值分布. 但是,受降水量增加的影响,在 7 月湖面亮温与气温之间出现了一个明显的变化差异:气温达到最高值,但是湖面亮温却在下降. 降水不仅影响到了湖水的温度,而且还对湖体有冲刷作用,在降低营养盐与藻类浓度的同时,也降低了水华发生的频次. 这是对从年变化中推测出来的气温影响水华“滞后效应”的更深层次认识. 即水华频发时段落后于气温最高值时段的实质是:大量的降水在降低水温的同时,也减小了营养盐与藻类的浓度,从而造成水华发生频次的减少; 而不是温度对水华影响需要一个时间较长的过程.

参考文献:

[1] 潘德炉, 马荣华. 湖泊水质遥感的几个关键问题[J]. 湖泊科学, 2008, **20**(2): 173-178.

[2] 段洪涛, 张寿选, 张渊智. 太湖蓝藻水华遥感监测方法[J]. 湖泊科学, 2008, **20**(2): 145-152.

[3] 李旭文, 季耿善, 杨静. 太湖梅梁湖湾蓝藻生物量遥感估算[J]. 国土资源遥感, 1995, (2): 23-28.

[4] 胡雯, 吴文玉, 孔庆欣, 等. 用 FY-1C/CAVHRR 数据估算巢湖蓝藻叶绿素的含量[J]. 南京气象学院学报, 2002, **25**(1): 124-128.

[5] 佘丰宁, 蔡启铭, 陈宇炜, 等. 水体叶绿素含量的遥感定量模型, 太湖环境生态研究[M]. 北京: 气象出版杜, 1998. 216-222.

[6] 段洪涛, 张寿选, 张渊智. 太湖蓝藻水华遥感监测方法[J]. 湖泊科学, 2008, **20**(2): 145-152.

[7] 周立国, 冯学智, 王春红, 等. 太湖蓝藻水华的 MODIS 卫星监测[J]. 湖泊科学, 2008, **20**(2): 203-207.

[8] 陈云, 戴锦芳. 基于遥感数据的太湖蓝藻水华信息识别方法[J]. 湖泊科学, 2008, **20**(2): 179-183.

[9] 梅长青, 王心源, 彭鹏. 应用 MODIS 数据监测巢湖蓝藻水华的研究[J]. 遥感技术与应用, 2008, **23**(3): 328-332.

[10] 荀尚培, 翟武权, 范伟. MODIS 巢湖水体叶绿素 a 浓度反演模型[J]. 应用气象学报, 2009, **25**(1): 95-101.

[11] 曾维华. 多源信息融合技术在内陆湖库水华预警中的研究进展与展望[J]. 长江流域资源与环境, 2009, **18**(1): 72-78.

[12] 张红, 黄勇, 姚筠, 等. 巢湖藻类遥感监测和气象因子分析[J]. 环境科学与技术, 2009, **32**(1): 118-121.

[13] 黄明, 洪天求. 基于主成分分析的巢湖水质影响因子研究[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版), 2005, **28**(6): 639-642.

[14] 殷福才, 张之源. 巢湖富营养化研究进展[J]. 湖泊科学, 2003, **15**(4): 377-384.

[15] 屠清瑛, 顾丁锡, 尹澄清, 等. 巢湖富营养化研究[M]. 合肥: 中国科技大学出版社, 1990: 1-117.

[16] 吴传庆, 王桥, 杨志峰, 等. 太湖水华的遥感分析[J]. 中国环境监测, 2007, **23**(3): 52-56.

[17] 王得玉, 冯学智, 周立国, 等. 太湖蓝藻爆发与水温的关系的 MODIS 遥感[J]. 湖泊科学, 2008, **20**(2): 173-178.

[18] 张红, 黄勇. 基于 NOAA/AVHRR 卫星资料的巢湖水华规律

分析[J]. 中国环境科学, 2009, **29**(7): 727-732.

[19] 胡雯, 杨世植, 翟武全, 等. NOAA 卫星监测巢湖蓝藻水华的试验分析[J]. 环境科学与技术, 2002, **25**(1): 16-17.

[20] Qin Z, Karnieli A, Berliner P. A mono-window algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat TM data and its application to the Israel-Egypt border region[J]. International journal of Remote Sensing, 2001, **22**(18): 3719-3746.

[21] Deng D G, Xie P, Zhou Q, *et al*. Studies on temporal and spatial variations of phytoplankton in Lake Chaohu[J]. Journal of Integrative Plant Biology, 2007, **49**(4): 409-418.

[22] 郭劲松, 陈杰, 李哲, 等. 156m 蓄水后三峡水库小江回水区春季浮游植物调查及多样性评价[J]. 环境科学, 2008, **29**(10): 2710-2715.

[23] 张良璞. 巢湖藻类群落多样性分析[J]. 生物学杂志, 2007, **24**(6): 53-54.

[24] 吴晓东, 孔繁翔, 张晓峰, 等. 太湖与巢湖水华蓝藻越冬和春季复苏的比较研究[J]. 环境科学, 2008, **29**(5): 1313-1318.

《环境科学》再获“百种中国杰出学术期刊”和“中国精品科技期刊”称号

2011 年 12 月 2 日,中国科技论文统计结果发布会在北京举行,会议公布了“百种中国杰出学术期刊”和“中国精品科技期刊”获奖名单.《环境科学》连续 10 次荣获“百种中国杰出学术期刊”称号和再次荣获“中国精品科技期刊”称号.

“百种中国杰出学术期刊”是根据中国科技学术期刊综合评价指标体系进行评定. 该体系利用总被引频次、影响因子、基金论文比、他引总引比等多个文献计量学指标进行统计分析,对期刊分学科进行评比,其评价结果客观公正,为我国科技界公认,并具有广泛影响.

HUANJING KEXUE Vol. 33 No. 10
Environmental Science (monthly) Oct. 15, 2012

CONTENTS

Nutrient Dynamics over the Past 100 Years and Its Restoration Baseline in Dianshan Lake ····· LI Xiao-ping, CHEN Xiao-hua, DONG Xu-hui, *et al.* (3301)
Possibility of Total Dissolved Solid as one of Nutrient Baselines in Inner Mongolia-Xinjiang Plateau ····· XI Bei-dou, ZHANG Ya-li, XU Qiu-jin (3308)
Fluorescence Discrimination Technique for Phytoplankton Based on the Wavelet Analysis ····· ZHANG Cui, SU Rong-guo, SONG Zhi-jie, *et al.* (3314)
Analysis of Algae Bloom and Lake Surface Bright Temperature in Chaohu Lake Based on Remote Sensing Data ····· ZHANG Hong, HUANG Yong, LI Kun (3323)
Case Study on Groundwater Health Risk Assessment and Remediation Strategy Based on Exposure Pathway ····· JIANG Lin, ZHONG Mao-sheng, JIA Xiao-yang, *et al.* (3329)
Pollution Assessment in the Intertidal Zone of Beibu Gulf Using Multi-biomarker Pollution Index ····· DU Xiu-ping, MENG Fan-ping, WANG Zhi-feng, *et al.* (3336)
Estimation of the Flux of Inorganic Nitrogen Flowing into the East China Sea ····· WU Jia-lin, FANG Qian, SHI Xiao-yong, *et al.* (3344)
Effects of Ocean Acidification on Growth, Phosphate and Nitrate Uptake of Macroalgae ····· YU Juan, ZHANG Yu, YANG Gui-peng, *et al.* (3352)
Forms and Distributions of Particulate Phosphorus in the Surface Sediments of North Yellow Sea ····· MENG Jia, YAO Qing-zhen, CHEN Hong-tao, *et al.* (3361)
Influence of Dredging on Sediment Resuspension and Phosphorus Transfer in Lake: A Simulation Study ····· YU Ju-hua, ZHONG Ji-cheng, ZHANG Yin-long, *et al.* (3368)
Transportation and Sources of the Suspended Particle in a Karst Spring During a Storm Event ····· YANG Ping-heng, LIU Zi-qi, HE Qiu-fang (3376)
Comparison of Trophic Status Analysis of the Daning River Within the Three Gorges Reservoir Before and After Experimental Impoundment ····· ZHANG Jia-lei, ZHENG Bing-hui, LIU Lu-san, *et al.* (3382)
Nitrogen and Phosphorus Loss in Different Land Use Types and Its Response to Environmental Factors in the Three Gorges Reservoir Area ····· ZENG Li-xiong, HUANG Zhi-lin, XIAO Wen-fa, *et al.* (3390)
Research on Stormwater Runoff Quality of Mountain City by Source Area Monitoring ····· LI Li-qing, SHAN Bao-qing, ZHAO Jian-wei, *et al.* (3397)
Occurrence Form and Ecological Effect of Selenium in Soil and Surface Water of Kailuan Coalfield of Tangshan ····· ZHANG Xiu-zhi, MA Zhong-she, WANG Yin-nan, *et al.* (3404)
Distribution of Arsenic in Surface Water in Tibet ····· WANG Ming-guo, LI She-hong, WANG Hui, *et al.* (3411)
Spatial and Temporal Distribution of Trace Elements in Surface Water in the Xilin River Basin ····· XUE Li-yang, WU Jin-kui, ZHANG Ming-quan, *et al.* (3417)
Concentration Characteristics and Ecological Risk of Persistent Organic Pollutants in the Surface Sediments of Tianjin Coastal Area ····· LU Xiao-xia, ZHANG Shu, CHEN Chao-qi, *et al.* (3426)
Distribution, Sources and Ecological Risk Assessment of Polychlorinated Biphenyl in Sediments from Songhua River Basin ····· NIE Hai-feng, ZHAO Chuan-dong, LIU Ying-han, *et al.* (3434)
Distributions of Matrix-Bound Phosphine in Surface Sediments of the Yangtze Estuary ····· LI Tao, HOU Li-jun, LIU Min, *et al.* (3443)
Geochemical Characteristics of Nitrogen in Core Sediments from Sishili Bay, China ····· YANG Yu-wei, GAO Xue-lu, LI Pei-miao (3449)
Composition of *n*-Alkanes in Soils of the Yellow River Estuary Wetlands and Their Potential as Organic Matter Source Indicators ····· YAO Peng, YIN Hong-zhen, YAO Qing-zhen, *et al.* (3457)
Study on the Degradation and Transformation of Nonylphenol in Water Containing Algae ····· PENG Zhang-e, FENG Jin-mei, HE Shu-ying, *et al.* (3466)
Degradation of Orange Ⅳ Dye Solution Catalyzed by $Fe(NO_3)_3$-$(NH_4)_2S_2O_8$ Modified GAC in the Presence of H_2O_2 ····· ZHANG Ying-jie, XU Shu-fen, LIAO Xia, *et al.* (3473)
Synthesis, Characterization and Electrocatalytic Performance of Pd/CMK-3 for Formic Acid Oxidation ····· HUAN Zhong-ke, ZONG En-min, WEI Dan, *et al.* (3479)
Research of Controlling Condition for Aeration Stabilization Pond Dealing with Sanitary Waste of Countryside ····· LI Huai-zheng, YAO Shu-jun, XU Zu-xin, *et al.* (3484)
Pilot-Scale Study on Treatment of Municipal Sewage by Moving-Bed Biofilm Reactor with the Hydrophobically Modified Polyurethane Cubes as Biofilm Carriers ····· WANG Yu-xiao, KONG Xiu-qin, FENG Quan, *et al.* (3489)
Variation Characteristics of Relative Molecular Mass of Different Fractions of Dissolved Organic Matter from Landfill Leachate During Photocatalytic Degradation ····· JIA Chen-zhong, WANG Yan-xin, ZHANG Cai-xiang (3495)
Mechanism of Nitrogen Removal by Partial Nitrification-Denitrification Biological Filter ····· SUN Ying-xue, XU Dong, TIAN Yuan, *et al.* (3501)
Performance Stability of CANON Reactor and Temperature Impact ····· FU Kun-ming, ZHANG Jie, CAO Xiang-sheng, *et al.* (3507)
Denitrifying Phosphorus Removal in a Modified University of Cape Town (MUCT) Process Treating Domestic Wastewater Under Nitrification and Nitritation ····· ZENG Wei, WANG Xiang-dong, ZHANG Li-dong, *et al.* (3513)
Study on the Stratification Components of Extracellular Polymeric Substances (EPS) in Activated Sludge and Their Variation Characteristics in Physicochemical Properties ····· YUAN Dong-qin, WANG Yi-li (3522)
Influence of Organic Loading Rate on the Start-up of a Sequencing Airlift Aerobic Granular Reactor ····· LIU Meng-yuan, ZHOU Dan-dan, GAO Lin-lin, *et al.* (3529)
Degradation Kinetics of Naphthalene by Anaerobic Sludge and Analysis of the Bacterial Biodiversity ····· CAO Xin-kai, YANG Qi, HAO Chun-bo (3535)
Sorption of 17β-estradiol to Soils and Sediment and Influence of Pig Manure DOM ····· ZHANG Feng-song, LI Yan-xia, HUANG Ze-chun, *et al.* (3542)
Sorption Isotherms and Sorption Thermodynamics of Faecal Sterols on Offshore Sediment ····· ZHANG Xiao-lei, XUE Wen-ping, XU Heng-zhen, *et al.* (3547)
Research on the Characteristic of Toluene Migration and Distribution in Fluvo-Aquic Soil and Its Simulation Using STOMP Model ····· HAN Chun-mei, RAN Juan, ZHANG Hui, *et al.* (3554)
Predicting the Cadmium Bioavailability in the Soil of Sugarcane Field Based on the Diffusive Gradients in Thin Films with Binding Phase of Sodium Polyacrylate ····· WANG Fang-li, SONG Ning-ning, ZHAO Yu-jie, *et al.* (3562)
In Situ Immobilization of Pb and Cd in Orchard Soil Using Soil Ameliorants ····· TANG Min, ZHANG Jin-zhong, ZHANG Dan, *et al.* (3569)
Health Assessment of Heavy Metals in Roadside Soils at Different Operation Time: A Case Study of Zhengzhou-Shangqiu Section Along the Lianyungang-Horgas Highway ····· GU Lei, TONG Zhi-qi, SONG Bo, *et al.* (3577)
Amelioration Effects of Wastewater Sludge Biochars on Red Soil Acidity and Their Environmental Risk ····· LU Zai-liang, LI Jiu-yu, JIANG Jun, *et al.* (3585)
Effect of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons on the Vertical Distribution of Denitrifying Genes in River Sediments ····· WU Yan-yang, WU Qun-he, HUANG Shan, *et al.* (3592)
Role of Layered Double Hydroxide (LDH) in the Protection of Herring Testis DNA from Heavy Metals ····· TANG Yi-ni, WU Ping-xiao, ZHU Neng-wu (3598)
Mineralogical Characteristics of Biogenic Schwertmannite Amended with Different Pretreatment Methods and the Effects on As(Ⅲ) Absorption ····· LIANG Jian-ru, LI Zhe-ying, LIU Fen-wu, *et al.* (3606)
Mechanism of Heavy-Metal Tolerance in *Pseudomonas aeruginosa* ZGKD2 ····· ZHANG Yu-xiu, WANG Jiao, CHAI Tuan-yao, *et al.* (3613)
Isolation, Degradation Characteristics of a 1,2-Dichloroethane-Degrading Strain ····· WANG Xiao-chun, CHEN Dong-zhi, JIN Xiao-jun, *et al.* (3620)
Isolation and Degradation Characteristics of PCB-degrading Strain ····· SHI Shun-yan, FENG Liu, GONG Ji (3627)
Preliminary Study on the Changes of Bacterial Community Structure in Qingcaosha Reservoir During Water Storage Period ····· PENG Qing, XIE Bing, YUAN Qi, *et al.* (3634)
N_2O Exchange Fluxes from Wheat-Maize Crop Rotation System in the North China Plain ····· PEI Shu-wei, ZHANG Yuan-yuan, LIU Jun-feng, *et al.* (3641)
Analysis of the Impact of Two Typical Air Pollution Events on the Air Quality of Nanjing ····· WANG Fei, ZHU Bin, KANG Han-qing, *et al.* (3647)
Pollution Characteristics of VOCs in Ambient Air of Ji'nan City in Summer ····· LIU Ze-chang, ZHANG Fan, HOU Lu-jian, *et al.* (3656)
Effects and Mechanism of Catalytic Decomposition of Ozone by Activated Carbon ····· LIU Hai-long, ZHANG Zhi-ye, ZHANG Zhong-ming, *et al.* (3662)
Effect of Elevated O_3 on the Arbuscular Mycorrhizal (AM) Structure and Glomalin Production in Two Genotypes of Snap Bean ····· WANG Peng-teng, DIAO Xiao-jun, WANG Shu-guang (3667)
Effect of Exogenous Calcium on the Activities of Antioxidative Protective Enzymes in Ectomycorrhizal Fungi Under Aluminum Stress ····· WANG Ming-xia, HUANG Jian-guo, YUAN Ling, *et al.* (3675)
Mercury Pollution in Cricket in Different Biotopes Suffering from Pollution by Zinc Smelting ····· ZHENG Dong-mei, LI Xin-xin, LUO Qing (3680)

《环境科学》第6届编辑委员会

主　编：欧阳自远

副主编：赵景柱　郝吉明　田　刚

编　委：（按姓氏笔画排序）

万国江　王华聪　王凯军　王绪绪　田　刚　田　静　史培军
朱永官　刘志培　汤鸿霄　陈吉宁　孟　伟　周宗灿　林金明
欧阳自远　赵景柱　姜　林　郝郑平　郝吉明　聂永丰　黄　霞
黄　耀　鲍　强　潘　纲　潘　涛　魏复盛

环境科学

（HUANJING KEXUE）

（月刊　1976年8月创刊）

2012年10月15日　33卷　第10期

ENVIRONMENTAL SCIENCE

（Monthly　Started in 1976）

Vol. 33　No. 10　Oct. 15, 2012

主　管	中国科学院	**Superintended** by	Chinese Academy of Sciences
主　办	中国科学院生态环境研究中心	**Sponsored** by	Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences
协　办	（以参加先后为序） 北京市环境保护科学研究院 清华大学环境学院	**Co-Sponsored** by	Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection School of Environment, Tsinghua University
主　编	欧阳自远	**Editor-in -Chief**	OUYANG Zi-yuan
编　辑	《环境科学》编辑委员会 北京市2871信箱（海淀区双清路18号，邮政编码：100085） 电话：010-62941102，010-62849343 传真：010-62849343 E-mail：hjkx@rcees.ac.cn http://www.hjkx.ac.cn	**Edited** by	The Editorial Board of Environmental Science (HUANJING KEXUE) P. O. Box 2871, Beijing 100085, China Tel: 010-62941102, 010-62849343; Fax: 010-62849343 E-mail: hjkx@rcees.ac.cn http://www.hjkx.ac.cn
出　版	科学出版社 北京东黄城根北街16号 邮政编码：100717	**Published** by	Science Press 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印刷装订	北京北林印刷厂	**Printed** by	Beijing Bei Lin Printing House
发　行	科学出版社 电话：010-64017032 E-mail：journal@mail.sciencep.com	**Distributed** by	Science Press Tel: 010-64017032 E-mail: journal@mail.sciencep.com
订 购 处	全国各地邮电局	**Domestic**	All Local Post Offices in China
国外总发行	中国国际图书贸易总公司 （北京399信箱）	**Foreign**	China International Book Trading Corporation (Guoji Shudian), P. O. Box 399, Beijing 100044, China

中国标准刊号：ISSN 0250-3301 / CN 11-1895/X　　**国内邮发代号**：2-821

国内定价：70.00元　　**国外发行代号**：M 205

国内外公开发行