

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第33卷 第1期 Vol.33 No.1 **2013**

中国生态学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 33 卷 第 1 期 2013 年 1 月 (半月刊)

目 次

前沿理论与学科综述

- 生态整合与文明发展..... 王如松 (1)
- 干旱半干旱区坡面覆被格局的水土流失效应研究进展 高光耀,傅伯杰,吕一河,等 (12)
- 城市林木树冠覆盖研究进展 贾宝全,王 成,邱尔发,等 (23)
- 环境质量评价中的生物指示与生物监测 Bernd Markert,王美娥,Simone Wünschmann,等 (33)
- 水溶性有机物电子转移能力及其生态效应 毕 冉,周顺桂,袁 田,等 (45)

个体与基础生态

- 凋落物和增温联合作用对峨眉冷杉幼苗抗氧化特征的影响 杨 阳,杨 燕,王根绪,等 (53)
- 不同浓度 5-氨基乙酰丙酸(ALA)浸种对 NaCl 胁迫下番茄种子发芽率及芽苗生长的影响
..... 赵艳艳,胡晓辉,邹志荣,等 (62)
- 缺镁胁迫对纽荷尔脐橙叶绿素荧光特性的影响 凌丽俐,彭良志,王男麒,等 (71)
- 松嫩草地 66 种草本植物叶片性状特征..... 宋彦涛,周道玮,王 平,等 (79)
- 花蜜中酚类物质对群落中同花期植物传粉的影响..... 赵广印,李建军,高 洁 (89)
- 桉树枝瘿姬小蜂连续世代种群生命表..... 朱方丽,邱宝利,任顺祥 (97)

种群、群落和生态系统

- 蒙古栎地理分布的主导气候因子及其阈值 殷晓洁,周广胜,隋兴华,等 (103)
- 河静黑叶猴果实性食物组成、选择及其对种子的扩散作用..... 阮海河,白 冰,李 宁,等 (110)
- 2010 秋季东海今生颗石藻的空间分布 靳少非,孙 军,刘志亮 (120)
- OPRK1 基因 SNP 与梅花鹿日间行为性状的相关性 吕慎金,杨 燕,魏万红 (132)
- 鄱阳湖流域非繁殖期鸟类多样性 邵明勤,曾宾宾,徐贤柱,等 (140)
- 人工巢箱条件下两种山雀鸟类的同域共存机制 李 乐,张 雷,殷江霞,等 (150)
- 桉-栎不同混合比例凋落物分解过程中土壤动物群落动态 李艳红,杨万勤,罗承德,等 (159)
- 三峡库区生态系统服务功能重要性评价 李月臣,刘春霞,闵 婕,等 (168)

景观、区域和全球生态

- 黄土高原小流域不同地形下土壤有机碳分布特征 李林海,郜二虎,梦 梦,等 (179)
- 海岸带地理特征对沉水植被丰度的影响..... 吴明丽,李叙勇,陈年来 (188)
- 玛纳斯河流域扇缘带不同植被类型下土壤物理性质 曹国栋,陈接华,夏 军,等 (195)

资源与产业生态

- 农田开垦对三江平原湿地土壤种子库影响及湿地恢复潜力 王国栋,Beth A Middleton,吕宪国,等 (205)
- 漫溢干扰过程中微地形对幼苗定居的影响 安红燕,徐海量,叶 茂,等 (214)
- 黑龙江流域夏玉米产量提升限制因素 徐丽娜,陶洪斌,黄收兵,等 (222)
- 黑龙江省药用植物根际土壤真菌多样性 慕东艳,吕国忠,孙晓东,等 (229)

桑沟湾养殖生态系统健康综合评价 傅明珠,蒲新明,王宗灵,等 (238)

城乡与社会生态

基于“OOAO 原则”的罗源湾生态质量状况综合评价 吴海燕,吴耀建,陈克亮,等 (249)

四十里湾营养状况与浮游植物生态特征 李 斌,白艳艳,邢红艳,等 (260)

生态足迹深度和广度:构建三维模型的新指标 方 恺 (267)

中国东西部中小城市景观格局及其驱动力 齐 杨,邬建国,李建龙,等 (275)

研究简报

南海陆坡沉积物细菌丰度预测 李 涛,王 鹏 (286)

浑善达克沙地榆树疏林幼苗更新空间格局 刘 振,董 智,李红丽,等 (294)

光 and 不同打破种子休眠方法对紫茎泽兰种子萌发及幼苗状态的影响 姜 勇,李艳红,王文杰,等 (302)

学术争鸣

关于植物群丛划分的探讨 邢韶华,于梦凡,杨立娟,等 (310)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 316 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 35 * 2013-01



封面图说:外来入侵物种紫茎泽兰——紫茎泽兰约于 20 世纪 40 年代由缅甸传入中国云南南部后迅速蔓延,现已在云南、贵州、四川、广西、重庆、湖北、西藏等省区广泛分布和危害,并仍以每年大约 30 km 的速度扩散。紫茎泽兰为多年生草本或亚灌木,号称“植物界杀手”。其对环境的适应性极强,疯长蔓延,能极大耗损土壤肥力。它的植株能释放多种化感物质,排挤其他植物生长而形成单优种群,它破坏生物多样性,威胁到农作物、畜牧草甚至林木,且花粉能引起人类过敏性疾病等,目前尚无有效治理对策。

彩图提供:陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201111011637

吴明丽, 李叙勇, 陈年来. 海岸带地理特征对沉水植被丰度的影响. 生态学报, 2013, 33(1): 0188-0194.

Wu M L, Li X Y, Chen N L. Effects of coastal geographical characteristics on the abundance of submerged aquatic vegetation. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(1): 0188-0194.

海岸带地理特征对沉水植被丰度的影响

吴明丽^{1,2}, 李叙勇^{2,3,*}, 陈年来¹

(1. 甘肃农业大学 资源与环境学院, 兰州 730070; 2. 中国科学院生态环境研究中心 城市与区域生态重点实验室, 北京 100085;

3. 美国 Smithsonian 环境研究中心, 美国马里兰州 21037)

摘要:对北美切斯比克海湾 99 个河口海岸带地理特征(流域土地利用类型、河口宽度、海岸线分形维度、流域面积与河口面积比、高分辨率平均波浪高度和沉积物等)对 1984—2009 年间沉水植被丰度的影响进行了研究。结果表明:相同盐度分区的不同土地利用类型下,以及相同土地利用类型的不同盐度分区下,沉水植被丰度存在着明显的差异;沉水植被丰度与海岸带地理特征各单因子之间呈微弱相关性($-0.157 \leq r \leq 0.442$),其中,沉水植被丰度与河口宽度($r=0.442, P<0.001$)、分形维度($r=0.290, P=0.007$)和平均波浪高度($r=0.306, P=0.002$)相关关系相对较高,且呈极显著正相关($P<0.01$);分类回归树模型分析表明,影响沉水植被丰度的海岸带地理特征因子依次为流域与河口面积比、河口分形维度、盐度和平均波浪高度,共可解释沉水植被丰度空间变异的 60% 以上。研究表明,海岸带地理特征直接或间接的影响着区域沉水植被丰度,二者之间存在一定的相关关系;不同特征因子对沉水植被丰度的影响程度不同,但整体呈现出多因素综合的复杂影响。研究结果对切斯比克海湾沉水植被的生态恢复具有一定的指导意义。

关键词:沉水植被;丰度;海岸带;地理特征;切斯比克海湾

Effects of coastal geographical characteristics on the abundance of submerged aquatic vegetation

WU Mingli^{1,2}, LI Xuyong^{2,3,*}, CHEN Nianlai¹

1 College of Resources and Environmental Sciences, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China

2 State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

3 Smithsonian Environmental Research Center, Maryland 21037, USA

Abstract: Submerged aquatic vegetation (SAV) consists of a taxonomically diverse group of plants that lives entirely beneath the water surface. SAV provides habitat and supplies food for aquatic life, absorbs excess nutrients, and helps purify the water. Since the 1960s, SAV coverage has experienced dramatic decline worldwide due to serious deterioration of water quality in coastal ecosystems.

In recent years, landscape analyses have been used to predict direct or indirect effects of geographic characteristics on aquatic organisms. In this study, we analyzed the effects of coastal geographical characteristics (such as watershed land use types, sub-estuary mouth width, shoreline fractal dimension, ratio of watershed area/sub-estuary area, high resolution average wave height and estuary sediment, etc.) on the spatial variation of SAV abundance based on the long-term dataset (1984—2009) from 99 sub-estuaries and their linked coastal sub-watersheds of the Chesapeake Bay in the United States. Coastal watershed land use is an important factor influencing inputs of nutrient and sediment to its associated sub-estuary,

基金项目:国家水体污染控制与治理科技重大专项课题(2012ZX07209002, 2012ZX07203003)

收稿日期:2011-11-01; **修订日期:**2012-07-03

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xyli@rcees.ac.cn

and thus indirectly affects SAV abundance. Our results showed that sub-estuaries with different dominant land covers in each salinity regime had significantly different variation in SAV abundance. Abundance of different SAV species varies spatially among different salinity regimes in shallow water area. In each salinity regime, SAV abundance in sub-estuaries declined with their linked coastal dominant watershed land use type in the following order: mixed-land > developed land or forested land > agricultural land in fresh water (TF) regime; mixed-land or agricultural land > developed land > forested land in oligohaline (OH) regime; forested land or mixed-land > developed land or agricultural land in mesohaline (MH) regime; mixed-land or forested land > developed land > agricultural land in polyhaline (PH) regime. Sub-estuaries with different salinity regimes for each dominant land cover also had significantly different levels of SAV abundance. In each dominant watershed land use type, SAV abundance in sub-estuaries declined with salinity regime in the following order: no significant difference among four salinity regimes for developed land; OH > MH > TF or PH for agricultural land; OH or PH > TF or MH for mixed-land; MH or PH > TF or OH for forested land. Relative weaker linear correlation was found between a single geographical characteristics and SAV abundance ($-0.157 \leq r \leq 0.442$), but SAV abundance had significantly positive correlations with a few estuary characteristics, such as sub-estuary mouth width ($r = 0.442$, $P < 0.001$), shoreline fractal dimension ($r = 0.290$, $P = 0.007$) and average wave height ($r = 0.306$, $P = 0.002$). A wider sub-estuary mouth could lead more sea water to diluting pollutants in shorter time and thus favors SAV growth. A higher shoreline fractal dimension value represents more complex estuary structure and small tributaries in each sub-estuary that favors SAV growth as well. Higher wave height could positively dilute pollutants or negatively erode SAV beds in a sub-estuary. The integrated impact on SAV abundance was positive. Using the classification and regression tree (CART) model, we predicted that ratio of watershed area/sub-estuary area had the greatest impact on SAV abundance that appeared at the highest level of the tree, followed by shoreline fractal dimension, salinity regime, and average wave height. The four geographical variables explained 63% of the total spatial variation in SAV abundance across the Chesapeake Bay.

Our findings imply that variation in the coastal geographical characteristics can indirectly affect spatial SAV abundance. Therefore, geographical characteristics in both sub-estuaries and their associated watersheds should be considered in making strategy of SAV recovery or protection policy at the regional scale in coastal area.

Key Words: submerged aquatic vegetation; abundance; watershed sub-estuary; geographical characteristics; Chesapeake Bay

沉水植被(SAV)是指植被体全部位于水面以下的大型水生草本植物,其通气组织发达,各部分都可吸收水分和养料,皮层细胞含有叶绿素,可进行光合作用。沉水植被为水生生物提供了生存环境、对抑制生物性和非生物性悬浮物、改善水下光照和溶解氧条件、净化水质等具有重要作用^[1-2]。沉水植被在水生生态系统中的作用越来越受到人们的重视。然而,随着水体污染的加剧和水体富营养化进程的加快,自20世纪60年代以来,沉水植被在世界范围内出现了大面积的减少。光照衰减及营养物和悬浮物的增加使沉水植被的生长环境极度恶化,有很多学者和专家在水质和光照衰减对沉水植被的影响方面做了大量的工作,附生植被、总悬浮颗粒物、叶绿素和营养物等往往是考虑最多的因素^[3-5]。近年来,景观分析开始应用于海岸带地理特征对水生生物直接或间接的影响上^[6-9]。流域发展可以改变河口的物种多样性、改变食物网以及底栖生物群落组成结构,流域土地利用类型是健康河口是否退化的一个重要指示器^[10-11]。通常,沉水植被生长在浅海岸地带的溪流和港湾中,这些浅滩是陆地和海洋的过渡地带,流域通过影响河口水质影响着沉水植被丰度,而河口带的沉积物、来自海洋方向的浪潮等则直接或间接影响着沉水植被的丰度。本文是在前期研究的基础上^[7],增加了水体高分辨率海浪高度、沉积物和水体深度等特征数据,并增加了近几年(2004—2009年)航片解译的沉水植被丰度数据,系统研究了海岸带地理特征(流域土地利用类型、河口宽度、海岸线分形维度、流域面积与河口面积比、高分辨率平均波浪高度和沉积物等)对沉水植被的长期分布(1984—2009年)产生的可能影响,从

而为制定区域尺度上沉水植被的保护和恢复提供科学依据。

1 研究区概况与数据源

1.1 研究区概况

切斯比克海湾位于美国东部的马里兰州和弗吉尼亚州海岸带(图1)^[12]。海湾水面面积 5720 km²,流域面积 16.6 万 km²,宽度最窄处 5.5 km,最宽处 56 km,平均深度 6.4 m;整个流域包括 150 条大的支流,其中最长的最主要的河流是萨斯奎汉纳河,南北纵贯宾夕法尼亚州,切斯比克海湾 50% 以上的淡水来自此河。切斯比克海湾海岸线蜿蜒曲折,长达 6440 km,是美国重要的渔业生产基地之一,既有来自河流的充沛淡水,又有来自大西洋的咸水,水深较浅,光照条件好,适合各类水生生物生长。在海湾内生长的动植被极为丰富,鱼类 295 种。贝类 45 种,沉水植被等各种植被达 2700 多种。近几十年来,切斯比克海湾资源消耗及水体污染严重,生态环境条件恶化,沉水植被出现了大面积的减少。

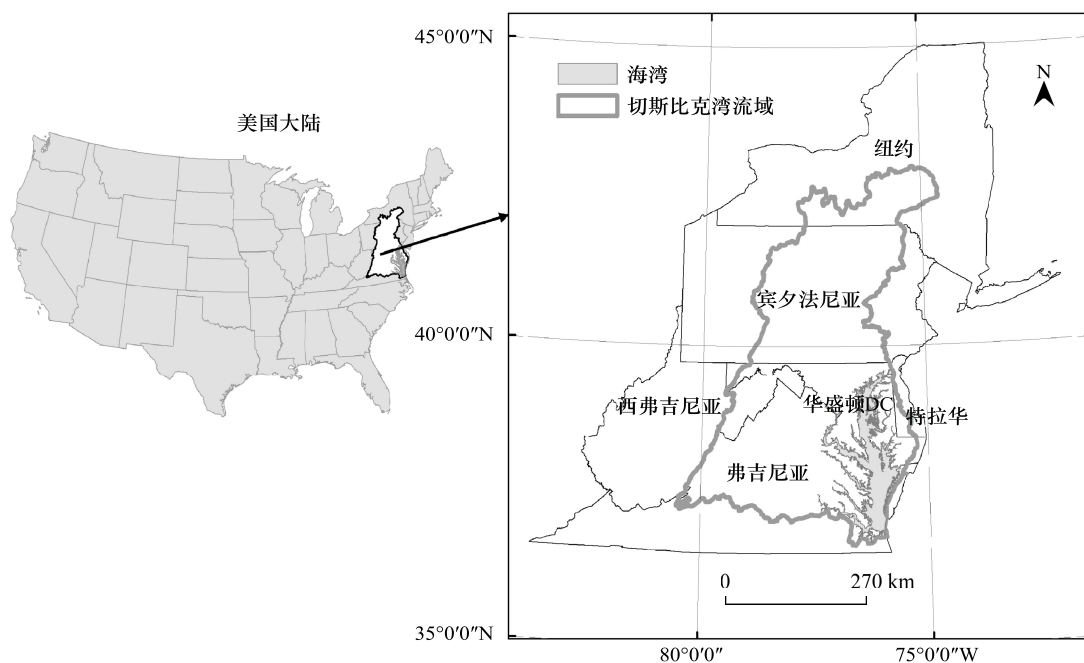


图1 切斯比克海湾流域

Fig. 1 The location of Chesapeake Bay Watershed

1.2 数据来源与整理

文章选取切斯比克海湾 128 个河口及其所在流域作为分析目标(图1)。沉水植被丰度数据来自美国弗吉尼亚海洋研究所 1984—2009 年的高分辨率(1:24000)航片解译资料^[13],运用 ArcGIS 软件提取得到,由于某些河口多数没有沉水植被生长,以及两个河口为人工栽培的沉水植被,剔除这些河口之后,实际选取了 99 个河口来做分析。沉水植被丰度计算公式为:

$$\%(\text{SAV}_a) = \sum (\% \text{SAV}_d \times A_b) / \sum A_{T_e}$$

式中,%(SAV_a)为某个河口的沉水植被丰度;%SAV_d为在一个沉水植被生长的基床监测到的沉水植被密度;A_b为沉水植被生长的基床数量;A_{T_e}表示估计到的沉水植被在一个基床上能够恢复生长的最大丰度。流域土地利用类型根据 TM 影像解译分为 4 种类型:建设用地、农业用地、混合用地和林地。盐度分区为:淡水区、低盐度区、中盐度区和高盐度区。用 ArcGIS 软件计算出了河口宽度、海岸线分形维度、流域面积与河口面积比等数据,各河口水体深度来自于美国环境署切斯比克海湾计划办公室的海底水体分布图,河口水体高分辨率(1:24000)沉积物(由砂粒、粘粒和粉粒组成)及海浪分布图由美国马里兰州自然资源部提供。主要采用 SPSS16.0 和 R 软件来进行数据的分析和处理。

2 结果与讨论

2.1 沉水植被在不同盐度分区及不同土地利用类型下的丰度分布

流域土地利用类型是底栖生物群落是否退化的一个重要的指示器^[11]。盐分浓度的差异是沉水植被丰度空间分布变异的重要因子。频繁的盐度波动是造成河口沉水植被衰退的主要原因之一^[14]。由图 2 和图 3 可以看出,所有河口地区及不同盐度分区,沉水植被在不同的土地利用类型下的丰度分布差异显著,差异性随盐度区域的不同而不同;不同土地利用类型分区下,沉水植被在不同盐度区域下的丰度分布也显著,差异性随土地利用类型的不同而不同。这说明土地利用类型和盐度是影响区域沉水植被丰度变化的重要因素。流域内不同土地利用类型对向河口输送的营养物、沉积物及其他污染物的影响不同,引起的水质条件的变化也不相同,进而对沉水植被丰度变化的影响也有所差异。如图 3,沉水植被在建设用地丰度分布相对较低,这是因为建设用地会带来更多的污染物质的排放,如市政生活污水、草坪施肥和工业活动等排放的污染物输入到河口中,引起水体环境的改变,水体富营养化以及水体浑浊度增加,减少光照的利用,进而影响沉水植被丰度的分布;也因为建设用地有较大比例的不透水地面,使悬浮物和营养物更容易直接流入水体,使沉水植被在这种土地利用类型下丰度较低。在淡水区和低盐度区(图 2),沉水植被在林业用地上的分布较低(图 3),这可能是因为在淡水区和低盐度区生长的沉水植被有色可溶性有机质(CDOM)引起的光穿透性降低更为敏感,而在切斯比克海湾,降雨对流域森林土壤腐殖质表层的冲刷携带大量的 CDOM 进入近海浅水区域^[3],是引起光穿透性降低,从而影响沉水植被生长的重要原因。沉水植被在中盐度区域各个土地利用类型上的分布较低(图 2),这说明盐度胁迫对水生植被的生长具有很大的影响,也有研究表明,盐度是影响沉水植被种子萌发的环境因子之一^[15];盐度能够改变抑制川蔓藻和菹齿眼子菜的平均比生长速率^[14],是影响沉水植被丰度分布的重要因素。

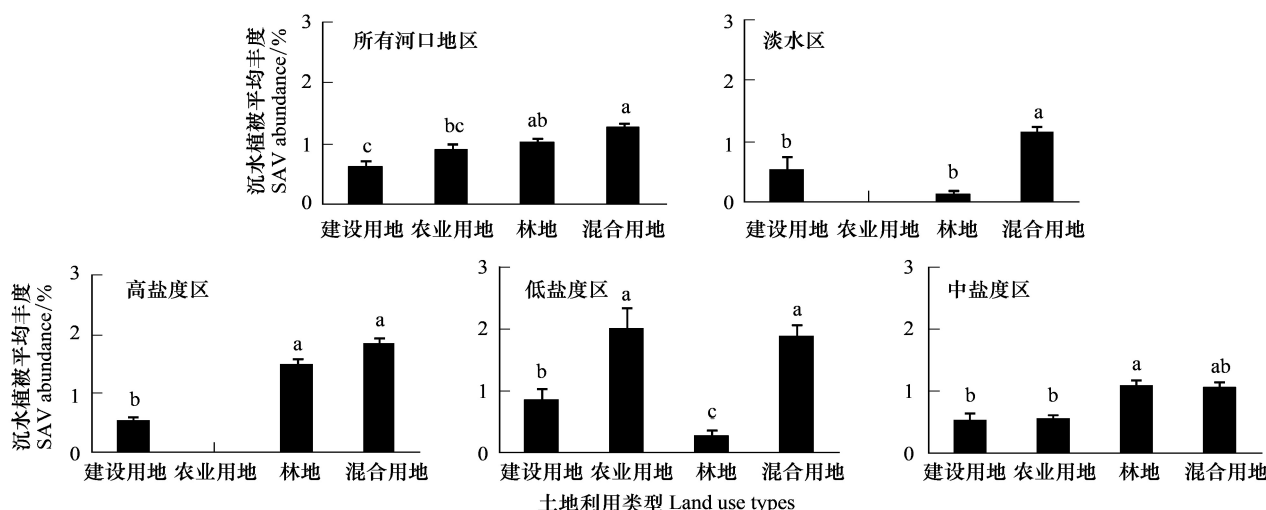


图 2 所有河口及不同盐度分区,沉水植被在不同土地利用类型下的丰度分布

Fig. 2 SAV abundance in sub-estuaries with different dominant watershed land use types for each salinity regime

Dev 为建设用地; Agr 为农业用地; Forested 为林地; Mixed 为混合用地; 图中字母标注在不同土地利用类型上沉水植被丰度的平均值差异, 具有不同字母则表明相互间有显著差异(采用 SNK 检验法(Student-Newman-Keuls Test))

2.2 海岸带地理特征与沉水植被丰度的相关性分析

由图 4 可以看出,(1)沉水植被丰度与建设用地(%)的关系(图 4):沉水植被多数生长在建设用地为 0—20% 的范围内,呈微弱负相关关系;但在>20% 的建设用地上,沉水植被丰度随着建设用地的增加出现了大幅下降的趋势。这是因为建设用地上多为排污系统、工业活动等会带来更多的污染物,直接或者间接的排放到河流中,造成河水水质恶化,从而影响到沉水植被生长,用于发展建设的用地越高对沉水植被的影响也就越大,丰度就会越来越少。(2)沉水植被丰度与河口宽度(km)关系(图 4):沉水植被多数生长在河口宽度为

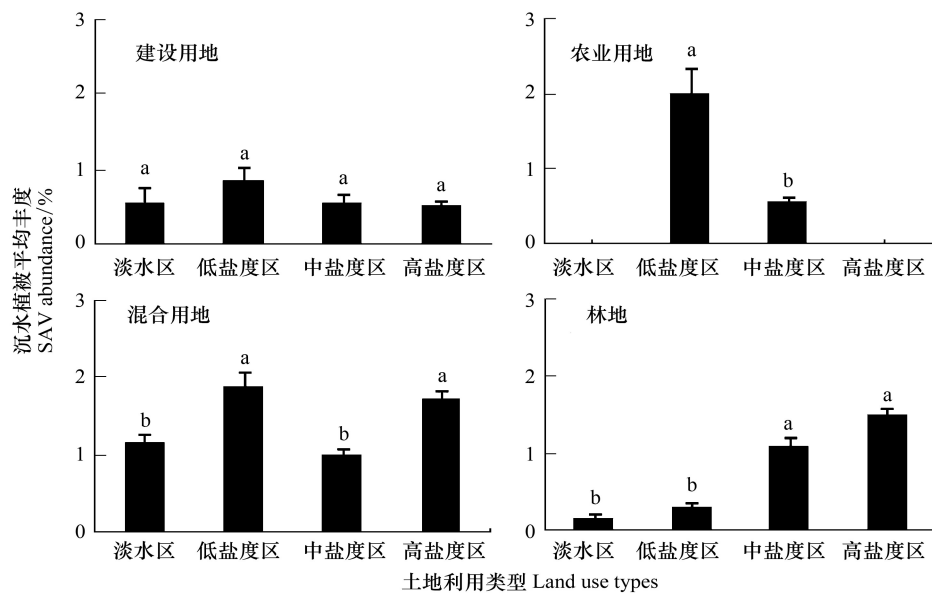


图3 不同土地利用类型分区下,沉水植被在不同盐度地区的丰度分布

Fig. 3 SAV abundance in sub-estuaries with different salinity regimes for each dominant watershed land use type

TF 为淡水区;OH 为低盐度区;MH 为中盐度区;PH 为高盐度区;图中字母标注在不同土地利用类型上沉水植被丰度的平均值差异,具有不同字母则表明相互间有显著差异(采用 SNK 检验法(Student-Newman-Keuls Test))

0—3(km)的范围内,两者呈正相关关系。相比较其他特征因子,沉水植被丰度与河口宽度的相关性相对较高,随着河口宽度的增加,沉水植被丰度值也相对增加。这是因为河口宽度的大小对污染物、悬浮物的稀释具有很大影响,较宽的河口,流动性较好,与外界交换水体的能力就越大,稀释污染物的能力就越高,河水水质就会相对较好,适于沉水植被生长的环境条件也就较好。(3)沉水植被丰度和流域与河口面积比关系(图4):沉水植被多数生长在流域与河口面积比为0—20的范围内,沉水植被丰度与其呈负相关关系;但是在二者面积比大于20时,沉水植被随着面积比的增加出现大幅下降,呈较强的负相关关系,这表明,单位面积海湾所连接的流域陆地面积越大,适合沉水植被生长的条件就越低,沉水植被丰度就越低。选取的切斯基克海湾99个河口均为比较小的半封闭浅海浅滩地区,在这些区域营养物及悬浮物相比较于大的河口及开放水域来说受河道的冲刷和稀释就会低很多,因此把流域和河口面积比这一关系作为一个考虑因素。(4)沉水植被丰度与海岸线分形维度的关系(图4):沉水植被丰度与海岸线分形维度呈微弱极显著正相关关系。海岸线分形维度越高,沉水植被丰度就越高。这是因为,海岸线越是曲折复杂,就越能形成一些易于沉水植被生长的狭小港湾,更多的营养物沉淀下来,且避免受到大风大浪的冲刷,沉水植被丰度相对较高。(5)沉水植被丰度与高分辨率平均波浪高度的关系(图4):沉水植被丰度与平均波浪也是呈微弱极显著正相关关系。波浪对沉水植被具有正反两方面的影响:一方面平均波浪越高越能带来一部分营养物,供植被生长,波浪扰动也能使粘附在沉水植被叶片表面的悬浮物减少,提高水体透明度,易于光照达到沉水植被叶片表面,进行光合作用;另一方面波浪扰动也能使一部分悬浮物黏附在叶片表面,对光照产生遮挡,影响其光合作用^[7,16]。(6)沉水植被丰度与沉积物的关系(图4):沉水植被丰度与沉积物呈微弱正相关关系。沉积物可以带来一定的营养物质,促进沉水植被生长;但沉积物粘附在叶片上,也能使叶片光合作用减少,不利于沉水植被生长。(7)沉水植被丰度与其平均生长水体深度的关系(图4):沉水植被丰度与其生长平均深度呈微弱负相关关系。如图3沉水植被多数生长在-4—0(m)浅海浅滩地区,在这一范围内,沉水植被丰度值几乎没有变化,说明沉水植被在此深度内生长良好。

2.3 综合考虑多种相关特征因子与沉水植被丰度变化的关系

图5为各个特征因子对沉水植被丰度影响的分类回归树图,这个几个因子共解释了沉水植被丰度空间变

3 结论

(1) 所有河口地区及不同盐度区域, 沉水植被在不同的土地利用类型下的丰度分布差异显著, 差异性随盐度区域的不同而不同; 沉水植被在不同盐度区域的丰度分布差异也显著, 差异性随土地利用类型分区的不同而不同。

(2) 单个特征因子与沉水植被丰度之间的相关关系微弱。其中沉水植被丰度与河口宽度、海岸线分形维度和高分辨率平均波浪高度相关关系相对较高, 且具有极强的统计学意义 ($P < 0.01$)。

(3) 不同海岸带地理特征因子对沉水植被丰度的影响不同; 同一因子不同范围内对沉水植被丰度影响的大小不同, 如 >20% 的建设用地和 >20% 的流域与河口面积比所做的分析中, 沉水植被则出现大幅减少的状况。

(4) 不同特征因子对沉水植被丰度的影响不同。分析的 99 个河口和 25a (1984—2009 年) 时间内, 流域和河口面积比是影响沉水植被丰度最大的因素, 排在分类回归树的最顶端, 依次为海岸线分形维度和盐度等因素。

References:

- [1] Wang H, Pang Y, Liu S B, Ma X. Research progress on influencing of environmental factors on the growth of submersed macrophytes. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(8): 3958-3968.
- [2] Van Donk E, van de Bund W. Impact of Submerged macrophytes including charophytes on phyto and zooplankton communities: allelopathy versus other mechanisms. *Aquatic Botany*, 2002, 72(3/4): 267-274.
- [3] Gallegos C L. Calculating optical water quality targets to restore and protect submersed aquatic vegetation: Overcoming problems in partitioning the diffuse attenuation coefficient for photosynthetically active radiation. *Estuaries*, 2001, 24(3): 381-397.
- [4] Kemp W M, Batleson R, Bergstrom P, Carter V, Gallegos C L, Hunley W, Karrh L, Koch E W, Landwehr J M, Moore K A, Murray L, Naylor M, Rybicki N B, Stevenson J C, Wklcox D J. Habitat requirements for submerged aquatic vegetation in Chesapeake Bay: water quality, light regime, and physical-chemical factors. *Estuaries*, 2004, 27(3): 363-377.
- [5] Pérez G P, Llamas M E, Lagomarsino L, Zagarese H. Seasonal variability of optical properties in a highly turbid lake (Laguna Chascomús, Argentina). *Photochemistry and Photobiology*, 2011, 87(3): 659-670.
- [6] King R S, Hines A H, Craige F D, Grap S. Regional, watershed and local correlates of blue crab and bivalve abundances in subestuaries of Chesapeake Bay, USA. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2005, 319(1/2): 101-116.
- [7] Li X Y, Weller D E, Gallegos C L, Jordant T E, Kim H C. Effects of watershed and estuarine characteristics on the abundance of submerged aquatic vegetation in Chesapeake Bay subestuaries. *Estuaries and Coasts*, 2007, 30(5): 840-854.
- [8] Rodriguez W, August P V, Wang Y Q, Paul J F, Gold A, Rubinstein N. Empirical relationships between land use/cover and estuarine condition in the northeastern United States. *Landscape Ecology*, 2007, 22(3): 403-417.
- [9] Latimer J S, Charpentier M A. Nitrogen inputs to seventy-four southern New England estuaries: application of a watershed nitrogen loading model. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2010, 89(2): 125-136.
- [10] Hale S S, Paul J F, Heltshe J F. Watershed landscape indicators of estuarine benthic condition. *Estuaries*, 2004, 27(2): 283-295.
- [11] Leight A K, Slacum W H, Wirth E F, Fulton M H. An assessment of benthic condition in several small watersheds of the Chesapeake Bay, USA. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2011, 176(1/4): 483-500.
- [12] Tian D, Li X Y, Weller D E, Bai Z K. Impacts of land use and impervious surface on stream flow metrics in Chesapeake Bay watershed. *Journal of Natural Resources*, 2011, 26(6): 1012-1020.
- [13] <http://www.vims.edu/bio/sav>.
- [14] Wang W H, Ji M, Xue Y W. Response mechanism of ruppia maritima and potamogeton pectinatus to salinity in reclaimed wastewater. *Journal of Tianjin University*, 2007, 40(7): 804-810.
- [15] Yu L Y, Jiang L Z. Effects of different concentration of NaCl solution on seed germination of *V. spiralis*, *V. spinulosa* and *Ottelia alismoides*. *Anhui Agricultural Science Bulletin*, 2008, 14(7): 77-79.
- [16] Clarkes S M. Seagrass-sediment dynamics in Holdfast Bay: Summary. *Safish*, 1987, 11(2): 4-10.
- [17] Chaplin G I, Valentine J F. Macroinvertebrate production in the submerged aquatic vegetation of the Mobile-Tensaw Delta: effects of an exotic species at the base of an estuarine food web. *Estuaries and Coasts*, 2009, 32(2): 319-332.
- [18] Lafabrie C, Major K M, Major C S, Cebrián J. Arsenic and mercury bioaccumulation in the aquatic plant, *Vallisneria neotropicalis*. *Chemosphere*, 2011, 82(10): 1393-1400.

参考文献:

- [1] 王华, 逢勇, 刘申宝, 马璇. 沉水植物生长因子研究进展. *生态学报*, 2008, 28(8): 3958-3968.
- [12] 田迪, 李徐勇, Weller D E, 白中科. 土地利用及不透水地表对河流流量的影响. *自然资源学报*, 2011, 26(6): 1012-1020.
- [14] 王卫红, 季民, 薛玉伟. 川蔓藻和蔊齿眼子菜对再生水中盐度的响应机制. *天津大学学报*, 2007, 40(7): 804-810.
- [15] 袁龙义, 江林枝. 不同盐度对苦草、刺苦草和水车前种子萌发的影响研究. *安徽农学通报*, 2008, 14(7): 77-79.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.33 ,No.1 January ,2013(Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- Integrating ecological civilization into social-economic development WANG Rusong (1)
- The effect of land cover pattern on hillslope soil and water loss in the arid and semi-arid region: a review
..... GAO Guangyao, FU Bojie, LÜ Yihe, et al (12)
- The status and trend on the urban tree canopy research JIA Baoquan, WANG Cheng, QIU Erfa, et al (23)
- Bioindicators and Biomonitoring in Environmental Quality Assessment
..... Bernd Markert, WANG Mei'e, Simone Wünschmann, et al (33)
- Electron transfer capacities of dissolved organic matter and its ecological effects ... BI Ran, ZHOU Shungui, YUAN Tian, et al (45)

Autecology & Fundamentals

- Antioxidative responses of *Abies fabri* seedlings to litter addition and temperature elevation
..... YANG Yang, YANG Yan, WANG Genxu, et al (53)
- Effects of seed soaking with different concentrations of 5-aminolevulinic acid on the germination of tomato (*Solanum lycopersicum*)
seeds under NaCl stress ZHAO Yanyan, HU Xiaohui, ZOU Zhirong, et al (62)
- Influence of magnesium deficiency on chlorophyll fluorescence characteristic in leaves of Newhall navel orange
..... LING Lili, PENG Liangzhi, WANG Nanqi, et al (71)
- Leaf traits of 66 herbaceous species in Songnen grassland in Northeast China
..... SONG Yantao, ZHOU Daowei, WANG Ping, et al (79)
- Effects of nectar secondary compounds on pollination of co-flowering species in a natural community
..... ZHAO Guangyin, LI Jianjun, GAO Jie (89)
- The continuous life-table of *Leptocybe invasa* ZHU Fangli, QIU Baoli, REN Shunxiang (97)

Population, Community and Ecosystem

- Dominant climatic factors of *Quercus mongolica* geographical distribution and their thresholds
..... YIN Xiaojie, ZHOU Guangsheng, SUI Xinghua, et al (103)
- Fruit diet, Selectivity and Seed dispersal of Hatinh langur (*Trachypithecus francoisi hatinhensis*)
..... Nguyen Haiha, BAI Bing, LI Ning, et al (110)
- The distribution of living coccolithophore in East China Sea in autumn, 2010 JIN Shaofei, SUN Jun, LIU Zhiliang (120)
- The association of OPRK1 gene SNP with sika deer (*Cervus nippon*) diurnal behavior traits
..... LÜ Shenjin, YANG Yan, WEI Wanhong (132)
- Preliminary study on bird composition and diversity in Poyang Lake watershed during non-breeding period
..... SHAO Mingqin, ZENG Binbin, XU Xianzhu, et al (140)
- Coexistence mechanism of two species passerines in man-made nest boxes LI Le, ZHANG Lei, YIN Jiangxia, et al (150)
- Dynamics on soil faunal community during the decomposition of mixed eucalypt and alder litters
..... LI Yanhong, YANG Wanqin, LUO Chengde, et al (159)
- RS/GIS-based integrated evaluation of the ecosystem services of the Three Gorges Reservoir area (Chongqing section)
..... LI Yuechen, LIU Chunxia, MIN Jie, et al (168)

Landscape, Regional and Global Ecology

- The distribution of soil organic carbon as affected by landforms in a small watershed of gully region of the Loess Plateau
..... LI Linhai, GAO Erhu, MENG Meng, et al (179)
- Effects of coastal geographical characteristics on the abundance of submerged aquatic vegetation
..... WU Mingli, LI Xuyong, CHEN Nianlai (188)
- Analysis of soil physical properties under different vegetation types in the alluvial fan area of Manas River watershed
..... CAO Guodong, CHEN Jiehua, XIA Jun, et al (195)

Resource and Industrial Ecology

- Effects of farming on wetland soil seed banks in the Sanjing Plain and wetland restoration potential
..... WANG Guodong, Beth A Middleton, LÜ Xianguo, et al (205)

Effects of the microhabitats on the seedling emergence during the flooding disturbance	
.....	AN Hongyan, XU Hailiang, YE Mao, et al (214)
Analysis on the limiting factors to further improve yield of summer maize in Heilonggang River Valley	
.....	XU Lina, TAO Hongbin, HUANG Shoubing, et al (222)
Fungal diversity in rhizosphere soil of medicinal plants in Heilongjiang Province	
.....	MU Dongyan, LÜ Guozhong, SUN Xiaodong, et al (229)
Integrated assessment of mariculture ecosystem health in Sanggou Bay	FU Mingzhu, PU Xinming, WANG Zongling, et al (238)
Urban, Rural and Social Ecology	
The integrative assessment on ecological quality status of Luoyuan Bay based on ‘OOAO principle’	
.....	WU Haiyan, WU Yaojian, CHEN Keliang, et al (249)
Trophic state of seawater and ecological characteristics of phytoplankton in Sishili Bay	
.....	LI Bin, BAI Yanyan, XING Hongyan, et al (260)
Ecological footprint depth and size: new indicators for a 3D model	FANG Kai (267)
Landscape dynamics of medium- and small-sized cities in eastern and western China: a comparative study of pattern and driving forces	QI Yang, WU Jianguo, LI Jianlong, et al (275)
Research Notes	
Prediction of bacterial species richness in the South China Sea slope sediments	LI Tao, WANG Peng (286)
Spatial pattern of seedling regeneration of <i>Ulmus pumila</i> woodland in the Otindag Sandland	
.....	LIU Zhen, DONG Zhi, LI Hongli, et al (294)
Impacts on seed germination features of <i>Eupatorium adenophorum</i> from variable light stimulation and traditional dormancy-broken methods	JIANG Yong, LI Yanhong, WANG Wenjie, et al (302)
Opinions	
Discus for classification of plant association	XING Shaohua, YU Mengfan, YANG Lijuan, et al (310)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的生态学专业性高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究原始创新性科研成果,特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

编辑部主任 孔红梅 执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 33 卷 第 1 期 (2013 年 1 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 1 (January, 2013)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元