

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第34卷 第9期 Vol.34 No.9 2014

中国生态学学会
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 34 卷 第 9 期 2014 年 5 月 (半月刊)

目 次

前沿理论与学科综述

- 基于土壤食物网的生态系统复杂性-稳定性关系研究进展 陈云峰,唐 政,李 慧,等 (2173)
- 滇西北高原入湖河口退化湿地生态修复效益分析..... 符文超,田 昆,肖德荣,等 (2187)
- 典型峰丛洼地耕地、聚落及其与喀斯特石漠化的相互关系——案例研究
..... 李阳兵,罗光杰,白晓永,等 (2195)
- 青藏高原东缘高寒草原有毒植物分布与高原鼠兔、高原麝鼠的相关性 ... 金 樑,孙 莉,崔慧君,等 (2208)
- 周边不同生境条件对茶园蜘蛛群落及叶蝉种群时空结构的影响..... 黎健龙,唐劲驰,黎秀娣,等 (2216)

个体与基础生态

- 三峡库区马尾松林土壤-凋落物层酶活性对凋落物分解的影响 葛晓改,肖文发,曾立雄,等 (2228)
- 芦苇、香蒲和蘆草 3 种挺水植物的养分吸收动力学 张熙灵,王立新,刘华民,等 (2238)
- 沙化程度和林龄对湿地松叶片及林下土壤 C、N、P 化学计量特征影响 ... 胡启武,聂兰琴,郑艳明,等 (2246)
- 内蒙古典型草原小叶锦鸡儿灌丛化对水分再分配和利用的影响 彭海英,李小雁,童绍玉 (2256)
- 遮阴对米槠和杉木原位排放甲烷的影响..... 陈细香,杨燕华,江 军,等 (2266)
- 桔小实蝇和番石榴实蝇对 6 种寄主果实的产卵选择适应性..... 刘 慧,侯柏华,张 灿,等 (2274)
- 鼠尾草属东亚分支的传粉模式..... 黄艳波,魏宇昆,葛斌杰,等 (2282)

种群、群落和生态系统

- 养分资源脉冲供给对几种微藻种间竞争的影响 李 伟 (2290)
- 不同植被恢复类型的土壤肥力质量评价..... 李静鹏,徐明锋,苏志尧,等 (2297)
- 黄土丘陵区植物功能性状的尺度变化与依赖 丁 曼,温仲明,郑 颖 (2308)
- 湘潭锰矿栎树叶片和土壤 N、P 化学计量特征 徐露燕,田大伦,王光军,等 (2316)
- 黄土高原春小麦农田蒸散及其影响因素..... 阳伏林,张 强,王文玉,等 (2323)
- 尾矿区不同植被恢复模式下高效固氮菌的筛选及 Biolog 鉴定..... 李 雯,阎爱华,黄秋娟,等 (2329)
- 四川理县杂谷脑干旱河谷岷江柏造林恢复效果评价..... 李东胜,罗 达,史作民,等 (2338)

景观、区域和全球生态

- 闽南-台湾浅滩渔场二长棘鲷群体景观多样性 蔡建堤,苏国强,马 超,等 (2347)
- 面向土系调查制图的小尺度区域景观分类——以宁镇丘陵区中一小区域为例.....
..... 卢浩东,潘剑君,付传城,等 (2356)

气候变化对华北冬小麦生育期和灌溉需水量的影响…………… 胡 玮,严昌荣,李迎春,等 (2367)

资源与产业生态

基于 LMDI 分解的厦门市碳排放强度影响因素分析…………… 刘 源,李向阳,林剑艺,等 (2378)

可持续生计目标下的生态旅游发展模式——以河北白洋淀湿地自然保护区王家寨社区为例……………

…………… 王 瑾,张玉钧,石 玲 (2388)

荔枝树干液流速率与气象因子的关系…………… 凡 超,邱燕萍,李志强,等 (2401)

肿腿蜂类寄生蜂室内控害效能评价——以松脊吉丁肿腿蜂为例…………… 展茂魁,杨忠岐,王小艺,等 (2411)

城乡与社会生态

内蒙古草原人类福祉与生态系统服务及其动态变化——以锡林郭勒草原为例……………

…………… 代光烁,娜日苏,董孝斌,等 (2422)

基于农业面源污染分区的三峡库区生态农业园建设研究…………… 刘 涓,谢 谦,倪九派,等 (2431)

“交通廊道蔓延”视角下山地城市典型样带空间格局梯度分析…………… 吕志强,代富强,周启刚 (2442)

学术信息与动态

美国地理学家协会 2014 年会述评…………… 孙然好,肖荣波 (2450)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 280 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 30 * 2014-05



封面图说: 峰丛洼地石漠化——峰丛主要分布在云贵高原的边缘部分及桂西、桂西北地区,相对高度一般为 200—300m,高的可达 600m 以上。在峰丛之间,岩溶洼地、漏斗、落水洞很发育,常形成峰丛洼地或峰丛漏斗的组合形态。峰丛洼地中的土地相当贫瘠,由于当地人们依靠这些土地种植庄稼为生,石漠化的发展趋势已经越来越明显。尤其在土地承载力低、人口压力大的区域石漠化相当严重,研究峰丛洼地耕地资源分布、土地利用强度和石漠化发育状况之间的机理,有助于从本质上认识石漠化的发生,对石漠化治理实施科学指导。

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

DOI: 10.5846/stxb201307151897

蔡建堤, 苏国强, 马超, 席英玉, 罗娟, 刘勇, 叶孙忠. 闽南-台湾浅滩渔场二长棘鲷群体景观多样性. 生态学报, 2014, 34(9): 2347-2355.

Cai J D, Su G Q, Ma C, Xi Y Y, Luo J, Liu Y, Ye S Z. Landscape diversity of *Paerargyrops edita* Tanaka stock in Minnan-Taiwan Bank Fishing Ground. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(9): 2347-2355.

闽南-台湾浅滩渔场二长棘鲷群体景观多样性

蔡建堤*, 苏国强, 马超, 席英玉, 罗娟, 刘勇, 叶孙忠

(福建省水产研究所, 厦门 361012)

摘要: 根据 1998 年 7 月到 2000 年 6 月闽南-台湾浅滩渔场开展二长棘鲷资源的专项调查资料, 以各个渔区 CPUE (Catch Per Unit Effort) 及其到渔场重心距离为参数, 构建基于渔场重心动能的景观要素, 运用景观多样性, 并结合因子分析, 分析了二长棘鲷群体景观多样性的空间格局及其与海洋环境因子之间的关系, 探究了种群空间分布格局与生态过程之间的相互作用关系, 旨在揭示闽南-台湾浅滩渔场二长棘鲷的生态境况及空间变异特征, 为从生态水平上合理综合利用二长棘鲷渔业资源提供新的依据。结果表明: (1) 不同月份鱼群的分布特征差别明显, 8 月鱼群分布范围最广, 11 月鱼群分布最为均匀, 2 月和 12 月鱼群分布最集中, 而 9 月鱼群占据渔场空间能力最强; (2) 不同群体之间具有不同分布特征, 生殖群体分布范围最小, 且最集中, 其占据渔场空间能力最弱, 幼鱼群体分布范围小, 且相对均匀, 其占据渔场空间能力强, 索饵群体分布范围最广, 且较均匀, 鱼群分散索饵, 其占据渔场空间能力最强, 而 9—11 月群体平均分布范围较广, 且最均匀, 其占据渔场空间能力较弱; (3) 鱼群综合景观指数是具空间结构的 CPUE 指数, 从生态水平上反映了鱼群 CPUE, 其排名依次为 8 月、6 月、7 月、9 月、10 月、11 月、5 月、1 月、4 月、3 月、2 月、12 月; (4) 多样性指数、均匀度指数和优势度指数指示的生态学意义分别为鱼群的分布范围、均匀程度和鱼群空间竞争能力, 其中多样性指数和均匀度指数呈正相关; (5) 水温是影响鱼群景观均匀度的主要因子, 索饵是增加鱼群景观多样性和优势度的主要因子, 而生殖因子则降低鱼群景观多样性和优势度, 水温、索饵和生殖是二长棘鲷群体景观格局变化的主要驱动因素。

关键词: 景观多样性; 因子分析; 海洋; 种群空间分布格局; 渔业资源; 二长棘鲷; 闽南-台湾浅滩渔场

Landscape diversity of *Paerargyrops edita* Tanaka stock in Minnan-Taiwan Bank Fishing Ground

CAI Jiandi*, SU Guoqiang, MA Chao, XI Yingyu, LUO Juan, LIU Yong, YE Sunzhong

Fisheries Research Institute of Fujian, Xiamen 361012, China

Abstract: The landscape elements with barycenter of fishing ground of kinetic energy were established based on the parameters of catch per unit effort (CPUE) of each fishing area and the distance between fishing center and each area from the special survey data of *Paerargyrops edita* Tanaka in Minnan-Taiwan Bank Fishing Ground during July 1998 to June 2000. Using landscape diversity index and factor analysis, we studied the space structure of *Paerargyrops edita* Tanaka's landscape diversity and its relationship with marine environment factors. We also explored the interaction relationship between spatial distribution pattern and ecological processes, which revealed the ecological condition and spacial variability characteristics of *Paerargyrops edita* Tanaka in Minnan-Taiwan Bank Fishing Ground. Results are listed as follows: (1) The distribution characteristics of fish population differed obviously in months: the fish population distributed most extensively in August, most equably in November, and most concentrated in February and December, while the fish population had the

基金项目: 福建省科技厅基本科研专项资金(种群分布格局在渔业资源的开发与应用研究); 福建省科技厅省属公益类科研院所基本科研专项(2012R1101-1); 福建省海洋与渔业厅项目(97005)

收稿日期: 2013-07-15; 修订日期: 2014-02-13

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: caijdi@sina.com

strongest ability in occupying fishing ground in September. (2) Different populations had various distribution characteristics: The reproductive population had the smallest distribution range and reproduced concentratedly; however, this population had weakest ability to occupy fishing ground. Juvenile fish had the smallest average distribution range and was well-distributed; however, they had the strongest ability to occupy fishing ground. Feeding stock distributed widely and uniformly and foraged dispersedly; they also had the strongest ability to occupy fishing ground; while during September to November fish group's average distribution range became smaller, and fish group concentrated gradually with weak ability to occupy fishing ground. (3) The fish comprehensive landscape index referred to CPUE index with space structure, which reflected the CPUE of fish population from ecological levels; and the ranking was as follows: August, June, July, September, October, November, May, January, April, March, February and December. (4) Diversity index, evenness index and dominance index indicated the distribution range, uniformity coefficient and space competitiveness of fish population, respectively. We observed a positive association between diversity index and evenness index. (5) Water temperature was the main factor that affected the landscape uniformity; foraging was the major factor for enlarging fish population's landscape diversity and dominance, while reproduction factor was the important factor for reducing fish population's landscape diversity and dominance. Water temperature, foraging and reproduction were the main factors for the variations of landscape pattern of *Paerargyrops edita* Tanaka.

Key Words: landscape diversity; factor analysis; marine; population spatial distribution pattern; fishery resources ; *Parargyrops edita* Tanaka; Minnan-Taiwan Bank Fishing Ground

景观空间格局的形成是在一定地域内各种自然环境条件与社会因素共同作用的产物,对某区域景观空间格局的研究,是揭示该区域生态状况及空间变异特征的有效手段^[1-6]。景观格局研究是景观生态学家研究最多的课题之一,近年来出现了大量的数量化方法^[1-6],这些研究方法在陆地生态系统的研究中得到了广泛的应用,如森林景观^[7]、草地景观^[8]、农田景观^[9]、城市景观^[10]和土地利用^[11]等的研究,并在这些领域取得了显著经济、社会和环境效益,为社会经济的可持续发展、资源环境的开发和保护提供了新的方法。从景观生态学的定义和内涵看,景观生态学的应用领域决不仅仅囿于陆地的范围,海洋作为空间异质性的复杂生态系统同样也可适用景观生态学^[12]。因此,景观生态学在方法论方面必须要有所创新,以便在海洋领域得到实际应用。目前,在海洋生态系统的研究中主要探讨景观格局在海洋的应用方向^[12-13],鲜见有实例研究的报道。海洋动物资源为人类提供大量的食物及药物,是海洋资源的重要组成部分。过度捕捞和环境污染等导致海洋动物资源严重衰退,海洋动物资源的开发和保护正面临前所未有的理论和技术压力。景观格局在海洋领域不应仅停留在理论探索阶段,应在实践中得到应用^[14]。如何应用景观格局理论和方法研

究某一特定海洋生物群体景观格局,促进海洋景观生态学发展,是当前景观生态学发展重点和难点之一。通过实例的研究,为渔业资源的保护探索新视角,也为景观生态学寻找新的活力^[15-16]。本文根据1998年7月到2000年6月闽南-台湾浅滩渔场二长棘鲷(*Parargyrops edita* Tanaka)资源的专项调查资料,以各个渔区 CPUE 及其到渔场重心距离为参数,构建基于渔场重心动能的景观要素,运用景观多样性指数、优势度指数和均匀度指数,并结合因子分析法,分析了二长棘鲷群体景观多样性和空间格局,揭露了各指数、公共因子所指示的生态学意义,确定了产生和控制景观多样性变化的因子,旨在揭示闽南-中国台湾浅滩渔场二长棘鲷的生态境况及空间变异特征,为合理综合利用二长棘鲷渔业资源提供新的依据,并为海洋生态学、“数字渔业”和种群分布格局在渔业资源应用的研究提供新思路。

1 材料与方法

1.1 研究区域

闽南-台湾浅滩位于中国台湾海峡南部,北与闽中渔场交接,南与粤东渔场相连,是我国东南沿海著名的渔场。该渔场地处亚热带,地理条件优越,海洋环境得天独厚,是良好的上升流渔场,渔业资源丰

富^[17]。二长棘鲷是闽南-台湾浅滩渔场重要经济鱼类资源,4—5 月份群体以幼鱼群体为主,大量的二长棘鲷幼鱼在闽南渔场近岸海域出现,6—8 月份是二长棘鲷索饵期,索饵群体广泛分布于闽南-台湾浅滩中北部近岸海域,9—11 月群体向南、向外移动,12 月到翌年 3 月是二长棘鲷生殖期^[18-22]。

1.2 数据来源与处理

1.2.1 数据来源

1998 年 7 月到 2000 年 6 月期间,在闽南-台湾浅滩渔场(22°30'—24°30'N,117°30'—120°00'E)逐月开展二长棘鲷资源的专项调查研究,共设 16 个调

查渔区(图 1)、24 航次(每月 1 航次,共 24 个月)。以闽东渔 2330 和闽东渔 1615 单拖船作为生产性探捕船(载重量 46 t,主机功率 198.45 kW,网具规格 70.4 m×41.9(25.5 m),囊网网目大小为 35 mm,平均拖速为 5.37 km/h,平均网口高 5.30 m,平均袖口端距 10.70 m),每航次在每个调查渔区拖曳一次,拖曳时间均为 2.5 h。其调查按《海洋调查规范》(GB/T 12763.6—1991)方法进行。以各月各渔区二长棘鲷渔获量除以拖曳时间,获得各月各渔区鱼群的 CPUE,作为分析其景观多样性的基础数据(表 1)^[22]。

表 1 二长棘鲷各渔区分月 CPUE(kg/h)
Table 1 Monthly CPUE of *P. edita* in each fishing area

渔区 Fishing zone	月份 Month											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
282												
283							4.88					
291						28.62	51.13	28.94	5.26	3.00		
292	5.09					22.55	55.25	14.47	2.95	5.33		
293							1.67					
294								4.64	0.24			
302					20.42	5.70		8.24		3.92	3.82	
303	0.22			19.43	3.89	4.22		5.43	0.18	0.92	1.38	
304						3.16	0.28	8.5	15.56			
305		8.80	4.75			3.02		0.13				
314												
315										0.95	3.46	
316			0.15		0.27	0.16	0.70					0.40
317								8.14				
318				2.14				0.49				
319	4.00											
平均值	0.58	0.55	0.31	1.35	1.5	4.21	7.12	4.94	1.51	0.88	0.54	0.03

1.2.2 渔场二维栅格化

根据二长棘鲷实际调查研究资料,以(117°30'E,22°30'N)为原点,横坐标 x 为行,纵坐标 y 为列,(i,j)为第 i 行、 j 列海区,样方大小为 30'×30',将二长棘鲷在闽南-台湾浅滩渔场海域分成 4×5 等面积的正方形海区(与渔区相对应)(图 1)^[22-23]。

1.2.3 渔场重心

物体重心位置的数学确定方法^[24-25]:在某物体(总质量为 M)所在空间任取一确定的空间直角坐标系 $O-xy$,则该物体可微出 n 个质点,每个质点对应各自坐标 (x_n, y_n) 及质量 m_n ,已知 $M = m_1 + m_2 + \dots + m_n$,设该物体重心为 $G = (X, Y)$,则:

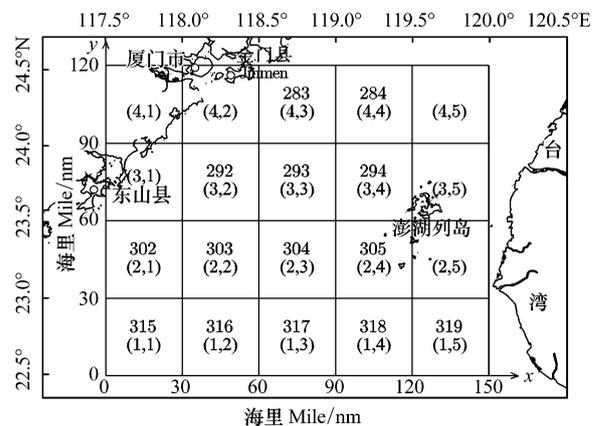


图 1 渔区图^[22]
Fig.1 Map of fishing zone

$$X = (x_1 \times m_1 + x_2 \times m_2 + \dots + x_n \times m_n) / M \quad (1)$$

$$Y = (y_1 \times m_1 + y_2 \times m_2 + \dots + y_n \times m_n) / M \quad (2)$$

1.3 鱼类群体景观多样性

1.3.1 景观要素组成

景观要素是景观镶嵌体水平上可以辨识的空间要素,其应能体现鱼群在空间的相对位置及其 CPUE,可用下式表示:

$$K_{i,j} = \frac{1}{2} \rho_{i,j} \times s_{i,j} \times L_{i,j}^2 \quad (3)$$

式中, $K_{i,j}$ 为第 i 行、 j 列海区鱼群到渔场重心的动能, $\rho_{i,j}$ 为第 i 行、 j 列海区二长棘鲷平均鱼群密度 (kg/h), $s_{i,j}$ 为第 i 行、 j 列海区面积 (m^2), $L_{i,j} = \sqrt{(x_i - X)^2 + (y_j - Y)^2}$ 为 (i,j) 海区中心到渔场重心点的距离 (m), (X, Y) 为渔场重心点的坐标, (x_i, y_j) 为第 i 行、 j 列海区的中心坐标。 $K_{i,j}$ 表示该海区的鱼群靠近渔场重心的程度^[19], 反映鱼群内部的均质性, 因此其可作为第 i 行、 j 列海区的景观要素。

1.3.2 景观多样性

景观多样性是指不同景观要素在景观中所占面积的比例和类型的多少, 包括多样性指数、优势度指数和均匀度指数。

景观多样性指数是指景观元素或生态系统在结构、功能以及随时间变化方面的多样性, 它反映了鱼群分布的丰富度和复杂度^[1-6, 26-29]。其计算公式如下:

$$H' = - \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^5 P_{i,j} \ln P_{i,j} \quad (4)$$

式中, $P_{i,j} = \frac{K_{i,j}}{K_1}$, K_1 为闽南-台湾浅滩渔场海域单位时间内二长棘鲷鱼群到其重心点动能总和, 即:

$$K_1 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^5 \rho_{i,j} \times s_{i,j} \times L_{i,j}^2 \quad (5)$$

景观均匀度指数是指渔场中全部鱼群的数量分配状况, 它反映的是各渔区鱼群个体数目分配的均匀程度^[1-6, 26-29]。其计算公式如下:

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}} \quad (6)$$

式中, E 为景观均匀度指数, H' 为景观多样性指数, H'_{\max} 是 H' 的最大值 $\ln S$; S 表示鱼群分布渔区的数量。

景观优势度指数是指鱼群在渔场水平空间斑块

占据优势的程度, 反映鱼群在生态空间占据程度和生态空间利用能力^[1-6, 26-29]。其计算公式如下:

$$D = \ln(s) - H' \quad (7)$$

式中, D 为景观优势度指数, H' 为景观多样性指数, S 表示总的分布渔区的数量。

1.4 因子分析法

因子分析法是将观测变量进行分类, 将相关性较高, 即联系比较紧密的分在同一类中, 而不同类变量之间的相关性则较低, 每一类变量代表一个基本结构, 即公共因子。因子分析常常如下 4 个基本步骤: (1) 确认待分析的原变量是否适合作因子分析; (2) 构造公共因子变量; (3) 利用旋转方法使公共因子变量更具有可解释性; (4) 计算公共因子变量得分。因子分析的计算过程: (1) 将原始数据标准化, 以消除变量间在数量级和量纲上的不同; (2) 求标准化数据的相关矩阵; (3) 求相关矩阵的特征值和特征向量; (4) 计算方差贡献率与累积方差贡献率; (5) 确定公共因子: 设 F_1, F_2, \dots, F_p 为 p 个因子, 其中前 m 个公共因子包含的数据信息总量 (即其累积贡献率) 不低于 85% 时, 可取前 m 个公共因子来反映原评价指标; (6) 因子旋转: 若所得的 m 个因子无法确定或其实际意义不是很明显, 这时需将因子进行旋转以获得较为明显的实际含义; (7) 用原指标的线性组合来求各因子得分, 可采用回归估计法, Bartlett 估计法或 Thomson 估计法计算因子得分; (8) 综合得分, 各公共因子的方差贡献率为权, 由各公共因子的线性组合得到综合评价函数 $F = (w_1 F_1 + w_2 F_2 + \dots + w_m F_m)$, w_i 为旋转后公共因子的方差贡献率; (9) 得分排序: 利用综合得分可以得到得分名次^[30]。

文中因子分析采用 SPSS 软件 (SPSS19.0, Chicago, IL, USA) 进行, 因子载荷矩阵的估计采用主成分法, 因子旋转采用方差最大化正交旋转, 因子得分估计采用 Thompson 方法。

2 结果与分析

2.1 景观多样性的月变化

二长棘鲷群体景观多样性指数月变化在 0—1.7774, 平均值 0.8649; 均匀度指数月变化在 0—0.9696, 平均值 0.6015; 优势度指数月变化在 0—0.6105, 平均值 0.2695 (图 1)。闽南-台湾浅滩渔场二长棘鲷群体景观多样性指数、均匀度指数和优势

度指数月变化差异大,其平均值不大。8月份鱼群景观多样性指数最高,为1.7774,其次是6月份景观多样性指数为1.6452,其余鱼群景观多样性指数由大到低的依次为10月、7月、11月、9月、1月、5月、4月、3月、2月、12月。多样性指数高,鱼群分布渔区的数目多(表1),鱼群分布范围广,说明景观多样性指数指示的景观生态学意义是鱼群分布范围。11月份景观均匀度指数最大为0.9696,其次是10月份为0.9262,其余分布均匀度指数由大到低的依次为1月、6月、7月、8月、5月、9月、4月、3月、2月、12月。景观均匀度指数大,则鱼群分布均匀(表1),说明均匀度指数指示的景观生态学意义是鱼群均匀程度。9月份景观优势度指数最大为0.6105,鱼群控制渔场空间能力最强,鱼群竞争力强;其次是3月份景观优势度指数为0.5576,其余鱼群景观优势度指数由大到低的依次为8月、4月、7月、5月、6月、1月、10月、11月、2月、12月(图2)。鱼群通过集群,增强控制该海域的能力(表1),从而增加鱼群空间竞争能力,说明优势度指数指示的景观生态学意义是鱼群空间竞争能力。

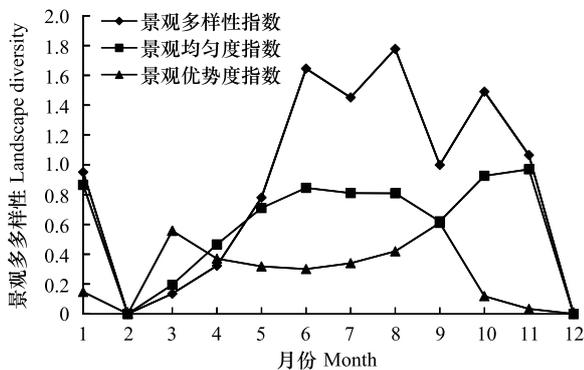


图2 二长棘鲷各月的景观多样性

Fig.2 The Landscape diversity of *P. edita* each month

2.2 不同发育季节群体景观多样性

生殖季节12月到翌年3月,月平均景观多样性指数为0.2716,是全年月平均的0.3倍;景观均匀度指数为0.2652,是全年月平均的0.4倍;景观优势度指数为0.1763,是全年月平均的0.66倍。生殖鱼群分布的月平均景观多样性指数、均匀度指数、优势度指数较全年平均值小,说明生殖群体分布范围小,鱼群集中生殖,生殖群体占据渔场空间能力最弱,鱼群空间竞争力较差(图3)。

4—5月,幼鱼大量出现,月平均景观多样性指数

为0.5514,是全年月平均的0.6倍;景观均匀度指数为0.5879,是全年月平均的1.0倍;景观优势度指数为0.3445,是全年月平均的1.28倍。幼鱼群体月平均景观多样性指数较全年平均值小,景观均匀度指数与全年平均值一样,而景观优势度指数高于年平均值。这说明幼鱼群体分布范围小,鱼群分布相对均匀,幼鱼群体占据渔场空间能力强,鱼群空间竞争力较强(图3)。

索饵季节6—8月,月平均景观多样性指数为1.6249,是全年月平均的1.8倍;景观均匀度指数为0.8216,是全年月平均的1.4倍;景观优势度指数为0.3535,是全年月平均的1.32倍。索饵群体月平均景观多样性指数大、均匀度指数、优势度指数较全年平均值大,这说明索饵群体分布范围最广,鱼群比较均匀分布,鱼群分散索饵,索饵群体占据渔场空间能力最强,鱼群空间竞争力最强(图3)。

9—11月,月平均景观多样性指数为1.1849,是全年月平均的1.3倍;景观均匀度指数为0.8388,是全年月平均的1.4倍;景观优势度指数为0.2543,是全年月平均的0.95倍。说明索饵季节过后,秋季水温逐渐下降,二长棘鲷群体平均分布范围较广,且最均匀,其占据渔场空间能力较弱(图3)。

由此表明,水温是影响鱼群景观均匀度的主要因子,索饵是增加鱼群景观多样性和优势度的主要因子,而生殖因子则降低鱼群景观多样性和优势度。水温、索饵和生殖的变化是二长棘鲷群体景观格局变化的主要驱动因素。

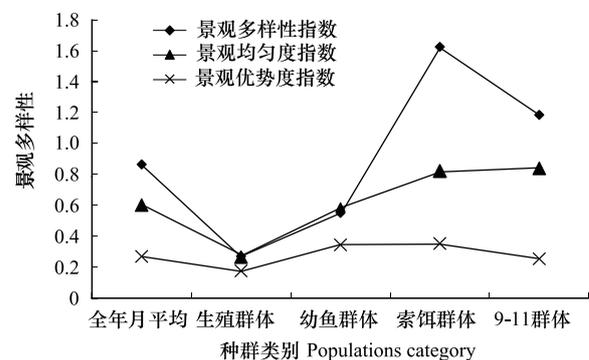


图3 二长棘鲷不同群体景观多样性

Fig.3 The Landscape diversity of the different *P. edita*

2.3 景观多样性因子分析

从初始变量的相关系数矩阵看,多样性指数和均匀度指数之间的相关系数较大,且其对应的显著

性 Sig. (significance) 较小(表 2), 说明这两个变量存在较显著的相关性, 进而说明了有进行因子分析的必要。

提取前 2 个公因子累计方差贡献率大 96.140%, 大于 85%(表 3), 表明这 2 个公因子足以表达二长棘鲷的景观多样性的大部分信息, 可作为公因子提取。

因子载荷是变量与公共因子的相关系数, 对一个变量来说, 载荷绝对值较大的因子与它的关系更为密切, 也更能代表这个变量。按照这一观点, 第 1 公共因子 F_1 代表多样性指数和均匀度指数, 第 2 公共因子代表优势度指数(表 4)。根据各个变量的特点, 第一公共因子解释为鱼群分布范围和均匀度, 反映鱼群的分散程度, 一般分布范围广的鱼群, 其分布

也较均匀。第 1 公共因子得分由高到依次为 10 月、6 月、8 月、11 月、7 月、1 月、5 月、9 月、4 月、3 月、2 月、12 月。第 2 公共因子 F_2 解释为鱼群的空间竞争力。第 2 公共因子得分由高到依次为 9 月、3 月、8 月、4 月、7 月、5 月、6 月、1 月、10 月、2 月、12 月、11 月。各月鱼群景观多样性的综合排名依次为 8 月、6 月、7 月、9 月、10 月、11 月、5 月、1 月、4 月、3 月、2 月、12 月(表 5)。在单拖作业中 6—9 月二长棘鲷的渔获量占全年其总渔获量的 92.3%^[20], 二长棘鲷 CPUE 值平均值以 6—9 月最高, 而各月鱼群景观多样性的综合排名前 4 名亦为 6—9 月, 其余各月二长棘鲷 CPUE 平均值的排名与景观多样性的综合排名基本相一致(表 1, 表 5)。

表 2 相关矩阵

Table 2 Correlation matrix

项目 Item		多样性指数 Diversity index	均匀度指数 Evenness index	优势度指数 Dominance index
相关 Correlation	多样性指数 Diversity index	1.000	0.880	0.199
	均匀度指数 Evenness index	0.880	1.000	0.112
	优势度指数 Dominance index	0.199	0.112	1.000
显著性 Sig. Significance	多样性指数 Diversity index		0.000	0.268
	均匀度指数 Evenness index	0.000		0.364
	优势度指数 Dominance index	0.268	0.364	

表 3 解释的总方差

Table 3 Total variance explained

公共因子 Common factor	方差/% Variance	累积/% Cumulation
F_1	69.394	69.394
F_2	31.786	96.140
F_3	3.860	100.000

表 4 旋转成分矩阵

Table 4 Rotated component matrix

	F_1	F_2
多样性指数 Diversity index	0.962	0.129
均匀度指数 Evenness index	0.971	0.029
优势度指数 Dominance index	0.080	0.997

表 5 公共因子得分和综合排名

Table 5 Common factor score and ranking

项目 Item	月份 Month											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
F_1	0.49	-1.50	-1.32	-0.69	0.06	0.96	0.74	0.96	-0.01	1.03	0.79	-1.50
F_2	-0.65	-1.15	1.49	0.52	0.21	0.11	0.30	0.69	1.65	-0.79	-1.22	-1.15
综合得分 Comprehensive score	0.11	-1.33	-0.38	-0.28	0.11	0.65	0.57	0.94	0.51	0.41	0.12	-1.33
综合排名 Comprehensive ranking	7	11	10	9	7	2	3	1	4	5	6	11

3 讨论

景观生态学认为景观是一个由不同生态系统以

相似方式重复出现的异质性区域。按照在景观中的地位 and 形状, 景观要素可以分为斑块、廊道、基质 3 种类型^[1-6]。自然海域的水域面积大、透明度低, 环

境复杂多变,且海洋游泳动物具有洄游特性,其个体位置经常变动,景观要素的形状、数量和大小等难于确定,这是阻碍海洋动物景观研究的主要因素。景观要素的重构成为景观格局理论在海洋生态系统应用研究的关键^[31]。本研究以各鱼群到重心的动能构成景观要素(式3),其反映鱼群内部均质程度,而内部均质程度是斑块的重要特征之一^[1-6],因此基于渔场重心动能的景观多样性指数、景观均匀度指数和景观优势度指数可体现鱼群的景观格局特征。景观要素的重构开拓了景观格局的应用领域,丰富了海洋科学和景观格局基础理论研究。

景观多样性是指不同类型的景观在空间结构、功能机制和时间动态方面的多样化和变异性,反映的是景观和生态系统类型的复杂性。景观多样性是决定生物的遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性的基础^[28]。在景观生态学中,景观多样性是分析景观要素动态变化的重要指标之一。(4)式是以 Shannon-Wiener 信息公式为基础,通过描述鱼群到重心动能的不确定性来测量鱼群时空分布多样性,是均匀度和丰富度的综合反映,即不确定性越高(分布范围广),多样性也就越高。(6)式是以 Shannon-Wiener 多样性指数为基础的均匀度指数,反映各个鱼群均匀程度。当鱼群在渔场均匀分布时,均匀性最大;而当鱼群只在一个渔区有分布时,均匀性最小。由(4)、(6)式可得 $D = H' \times (\frac{1}{E} - 1)$,说明鱼群分布优势度和多样性指数成正比,和均匀度指数成反比,即多样性指数高,且鱼群越集中(均匀性低),则鱼群分布优势度越大,鱼群渔场空间占据程度和利用能力越强。这印证了鱼群通过大量的集群可增强其竞争力的生态学观点。但并非分布集中的鱼类空间竞争力就强,如鱼类集中生殖、分布范围小,鱼群空间竞争力弱。

二长棘鲷群体的分布特征与自身生理特征、海洋环境的关系极为密切,主要受生殖、索饵、水温等因素的影响,群体在渔场分布不稳定,8月分布最广,11月分布最为均匀,9月份鱼群占据渔场空间能力最强,而2月和12月鱼群分布范围小,鱼群集中,其占据渔场空间能力较弱。不同洄游群体之间分布特征不同,索饵群体平均分布范围最广,生殖群体平均分布范围小,群体平均分布范围由大到小依次为:索

饵群体>9—11月群体>幼鱼群体>生殖群体;9—11月群体平均分布最为均匀,生殖群体平均分布最不均匀,群体平均均匀度由大到小依次为:9—11月群体>索饵群体>幼鱼群体>生殖群体;索饵群体平均占据空间能力最强,生殖群体平均最弱,群体平均优势度由大到小依次为:索饵群体>幼鱼群体>9—11月群体>生殖群体。鱼类生长时需要大量营养,通过大量的集群,提高鱼群竞争力,增加摄食饵料生物的机会,因此处于较快生长期(幼鱼期、索饵期)的群体渔场空间占据能力较强;产卵亲鱼对温度、盐度等的要求较严,故生殖群体分布比较集中,且因为鱼类在生殖期间摄食比较少,生殖活动大量消耗体力,因此生殖群体空间竞争力低。

因子分析是研究从变量群中提取共性因子的统计方法,通过从多个变量中找出隐藏的具有代表性的因子,将同质的变量归为一个公共因子,这些因子能够反映本组内所有变量的大部分信息,且与变量的涵义不同^[32]。第1公共因子反映鱼群的分散程度,体现了二长棘鲷具有分散索饵的特征。景观多样性的综合得分情况综合反映鱼群的分布范围、均匀度和优势度,可作为鱼群综合景观指数,其值在一定程度上可反映二长棘鲷 CPUE,但两者不完全一致,如8月的景观多样性的综合得分最高,而其月均 CPUE 排名第2;7月的景观多样性的综合得分排名第3,而其月均 CPUE 排名第1。鱼群综合景观指数是具空间结构的 CPUE 指数,从生态水平上反映了鱼群 CPUE,并有助于从全局的角度综合分析景观多样性的空间格局,同时也可作为渔业生产和研究提供依据。本研究因子虽只有3个,但通过因子分析进一步发现了潜在、有意义的分布特征,而这些特征难以通过 CPUE、景观多样性指数等指标获取。

本研究与叶孙忠^[19-21]采用 CPUE 研究长棘鲷分布特征的结果一致,采用 CPUE 描述鱼群的分布特征,虽可以直观反映鱼群的分布状况和渔业资源的变动趋势,但该方法主要是基于各渔区渔业资源的相对密度,许多生态信息还没被充分利用,如各鱼群之间的距离及其镶嵌结构等,因此难以全面、细致地反映鱼群分布的本质特征和内在规律;而采用景观格局理论研究鱼群的分布特征的方法是基于各渔区渔业资源的相对密度及其空间位置,反映种群分布的空间结构组成和空间配置的某些方面特征,且能

确定产生和控制鱼群分布变化的因子及其作用机制,并比较不同群体的镶嵌特征及其它们的变化,挖掘鱼群分布潜在的、有意义的规律,为从生态水平上合理管理渔业资源提供有价值的资料。

致谢:福建省水产研究所的张壮丽、汪伟洋、叶泉土同志参加生物学测定、资料整理等工作,特此致谢。

References:

- [1] Zhang J T. Quantitative Ecology. 2nd ed. Beijing: Science Press, 2011: 294-304.
- [2] Xiao D N. Landscape Ecology: Theory, Method and Applications. Beijing: China Forestry Press, 1991.
- [3] Turner M G. Landscape ecology: the effect of pattern on process. Annual Review of Ecology and Systematics, 1989, 20 (1): 171-197.
- [4] Webster R. Quantitative spatial analysis of soil in the field. Advanced in Soil Science, 1985, 3: 1-70.
- [5] Zhang J T, Qiu Y, Zheng F Y. Quantitative methods in landscape pattern analysis. Journal of Mountain Research, 2000, 18 (4): 346-352.
- [6] Forman R T T, Godron M. Landscape Ecology. New York: Wiley, 1986.
- [7] Wu Z M, Wu W Y, Gao J, Zhang S J. Analysis of urban forest landscape pattern in Hefei. Chinese Journal of Applied Ecology, 2003, 14(12): 2117-2122.
- [8] Tian Y H, Liu H Y. Advances of several selected topics in landscape ecological studies of grasslands. Chinese Journal of Applied Ecology, 2003, 14(3): 427-433.
- [9] Zhao T T, Zhang F R, Niu Z G, Jian G H. Analysis of farmland landscape pattern evolution in Shunyi District, Beijing City. Areal Research and Development, 2009, 28(3): 106-111.
- [10] Xiao H, Ouyang Z Y, Zhao J Z, Wang X K, Miao H. Analysis of landscape spatial structure in Hainan Island. Acta Ecologica Sinica, 2001, 21(1): 20-27.
- [11] Ritsema van Eck J, Koomen E. Characterising urban concentration and land-use diversity in simulations of future land use. The Annals of Regional Science, 2008, 42(1): 123-140.
- [12] Zhang Q Z, Chen Q Y, Wu W L. Landscape ecology: a new perspective on the researches of marine ecosystem. Acta Ecologica Sinica, 2004, 24(4): 819-825.
- [13] Suo A N, Zhao D Z, Ge J P. Application of landscape ecology in marine resources and environment: Discussion on oceanscape ecology development. Acta Ecologica Sinica, 2009, 29 (9): 5098-5105.
- [14] Chen L D, Liu Y, Lü Y H, Feng X M, Fu B J. Landscape pattern analysis in landscape ecology: current, challenges and future. Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(11): 5521-5531.
- [15] Xiao D N, Li X Z. Frontiers and future strategies of landscape ecology. Acta Ecologica Sinica, 2003, 23(8): 1615-1621.
- [16] Fu B J, Lü Y H, Chen L D, Su C H, Yao X L, Liu Y. The latest progress of landscape ecology in the world. Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(2): 798-804.
- [17] Chen F P. Discussion on continuable utilization of Minnan-Taiwan Bank Fishery resources. Journal of Fujian Fisheries, 2006, (2): 12-15.
- [18] Zhu Y D. Fishes of Fujian (Second Volume). Fuzhou: Fujian Science and Technology Press, 1984: 175-177.
- [19] Ye S Z, Xiao F S, Chen W Y. The population structure of *Parargyrops edita* Tanaka in South Fujian and Taiwan bank fishing ground. Journal of Fujian Fisheries, 2004, (1): 23-30.
- [20] Ye S Z. The distribution in time and space of *Parargyrops edita* Tanaka popution in Minnan-Taiwan Bank Fishing ground. Journal of Fujian Fisheries, 2004, (4): 36-39.
- [21] Ye S Z. Growth characteristics of golden-skin progy, *Parargyrops edita*, in the south Fujian and Taiwan Bank Fishing ground. Journal of Fisheries of China, 2004, 28(6): 663-668.
- [22] Cai J D, Mao C, Jiang S C, Wu J S, Cai Y T, Liu Y. Macro-level quantification and analysis of schooling behavior of *Parargyrops edita* Tanaka in Minnan-Taiwan Bank Fishing Ground. Acta Hydrobiologica Sinica, 2013, 37(2): 185-190.
- [23] Guo J P, Zhang Y X. Spatial sampling methods and their applications in landscape pattern analysis for landscape ecological research. Scientia Geographica Sinica, 2005, 25(5): 584-589.
- [24] Lehodey P, Bertignac M, Hampton J, Lewis A, Picaut J. El Niño southern Oscillation and tuna in the western Pacific. Nature, 1997, 389(6652): 715-718.
- [25] Li G, Chen X J, Guan W J, Chen Y. Stock Assessment and Management Decision for *Scomber Japonicus* in the East China Sea and Yellow Sea. Beijing: Science Press, 2011: 54-69.
- [26] Fu B J. Landscape diversity analysis and mapping. Acta Ecologica Sinica, 1995, 15(4): 345-350.
- [27] Lü Z Z, Pan W L, Zhang X, Li X C, Zhang J. The effect of cropping landscapes on the population dynamics of the cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera, Noctuidae) in the northern Xinjiang. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32 (24): 7925-7931.
- [28] Pan T, Wu S H, Dai E B, Zhao D S, Yin Y H. Spatial pattern of vegetation landscape diversity in Longitudinal Range-Gorge Region, Southwestern China. Chinese Journal of Applied Ecology, 2010, 21(12): 3091-3098.
- [29] Luo G J, Li Y B, Wang S J, Cheng A Y, Dan W L. Comparison of ecological significance of landscape diversity changes in karst mountains: a case study of 4 typical karst area in Guizhou Province. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(14): 3882-3889.
- [30] Du Q, Jia L Y. SPSS Statistical Analysis—From Entry to the Master. Beijing: People's Posts and Telecommunications Press,

2012; 248-255.

- [31] O'Neill R V, Krummel J R, Gardner R H, Sugihara G, Jackson B, DeAngelis D L, Milne B T, Turner M G, Zymunt B, Christensen S W, Dale V H, Graham R L. Indices of landscape pattern. *Landscape Ecology*, 1988, 1(3): 153-162.
- [32] Xiao Y F, Gong H L, Zhou D M. A study on the hyperspectral inversion for estimating leaf chlorophyll content of clover based on factor analysis. *Acta Ecologica Sinica*, 2012, 32 (10): 3098-3106.
- 参考文献:**
- [1] 张金屯. 数量生态学 (第二版). 北京: 科学出版社, 2011: 294-304.
- [2] 肖笃宁. 景观生态学: 理论、方法及应用. 北京: 中国林业出版社, 1991.
- [5] 张金屯, 邱扬, 郑凤英. 景观格局的数量研究方法. *山地学报*, 2000, 18(4): 346-352.
- [7] 吴泽民, 吴文友, 高健, 张少杰. 合肥市城区城市森林景观格局分析. *应用生态学报*, 2003, 14(12): 2117-2122.
- [8] 田育红, 刘鸿雁. 草地景观生态研究的几个热点问题及其进展. *应用生态学报*, 2003, 14(3): 427-433.
- [9] 赵婷婷, 张凤荣, 牛振国, 姜广辉. 北京市顺义区农田景观格局变化研究. *地域研究与开发*, 2009, 28(3): 106-111.
- [10] 肖寒, 欧阳志云, 赵景柱, 王效科, 苗鸿. 海南岛景观空间结构分析. *生态学报*, 2001, 21(1): 20-27.
- [12] 张庆忠, 陈庆义, 吴文良. 景观生态学: 海洋生态系统研究的一个新视角. *生态学报*, 2004, 24(4): 819-825.
- [13] 索安宁, 赵冬至, 葛剑平. 景观生态学在近海资源环境中的应用——论海洋景观生态学的发展. *生态学报*, 2009, 29(9): 5098-5105.
- [14] 陈利顶, 刘洋, 吕一河, 冯晓明, 傅伯杰. 景观生态学中的格局分析: 现状、困境与未来. *生态学报*, 2008, 28(11): 5521-5531.
- [15] 肖笃宁, 李秀珍. 景观生态学的学科前沿与发展战略. *生态学报*, 2003, 23(8): 1615-1621.
- [16] 傅伯杰, 吕一河, 陈利顶, 苏常红, 姚雪玲, 刘宇. 国际景观生态学研究新进展. *生态学报*, 2008, 28(2): 798-804.
- [17] 陈方平. 浅谈闽南-台湾浅滩渔场渔业资源可持续利用. *福建水产*, 2006, (2): 12-15.
- [18] 朱元鼎. 福建省鱼类志(下卷). 福州: 福建科学技术出版社, 1984: 175-177.
- [19] 叶孙忠, 肖方森, 陈文勇. 闽南-台湾浅滩渔场二长棘鲷群体结构特征. *福建水产*, 2004, (1): 23-30.
- [20] 叶孙忠. 闽南-台湾浅滩渔场二长棘鲷群体数量的时空分布. *福建水产*, 2004, (4): 36-39.
- [21] 叶孙忠. 闽南-台湾浅滩渔场二长棘鲷的生长特性. *水产学报*, 2004, 28(6): 663-668.
- [22] 蔡建堤, 马超, 姜双城, 吴建绍, 蔡玉婷, 刘勇. 闽南-台湾浅滩渔场二长棘鲷群体集群行为宏观量化与分析. *水生生物学报*, 2013, 37(2): 185-190.
- [23] 郭晋平, 张芸香. 景观格局分析空间取样方法及其应用. *地理科学*, 2005, 25(5): 584-589.
- [25] 李刚, 陈新军, 官文江, 陈勇. 东海鲈鱼资源评估与管理决策研究. 北京: 科学出版社, 2011: 54-69.
- [26] 傅伯杰. 景观多样性分析及其制图研究. *生态学报*, 1995, 15(4): 345-350.
- [27] 吕昭智, 潘卫林, 张鑫, 李贤超, 张娟. 新疆北部棉区作物景观多样性对棉铃虫种群的影响. *生态学报*, 2012, 32(24): 7925-7931.
- [28] 潘韬, 吴绍洪, 戴尔阜, 赵东升, 尹云鹤. 纵向岭谷区植被景观多样性的空间格局. *应用生态学报*, 2010, 21(12): 3091-3098.
- [29] 罗光杰, 李阳兵, 王世杰, 程安云, 丹文丽. 岩溶山区景观多样性变化的生态学意义对比——以贵州四个典型地区为例. *生态学报*, 2011, 31(14): 3882-3889.
- [30] 杜强, 贾丽艳. SPSS 统计分析——从入门到精通. 北京: 人民邮电出版社, 2012: 248-255.
- [32] 肖艳芳, 宫辉力, 周德民. 基于因子分析的苜蓿叶片叶绿素高光谱反演研究. *生态学报*, 2012, 32(10): 3098-3106.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.34 ,No.9 May ,2014(Semimonthly)
CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- Research progress on ecosystem complexity-stability relationships based on soil food web
..... CHEN Yunfeng, TANG Zheng, LI Hui, et al (2173)
- The ecological restoration effort of degraded estuarine wetland in Northwest Yunnan Plateau, China
..... FU Wenchao, TIAN Kun, XIAO Derong, et al (2187)
- The correlations among arable land, settlement and karst rocky desertification-cases study based on typical peak-cluster depression ...
..... LI Yangbing, LUO Guangjie, BAI Xiaoyong, et al (2195)
- Correlation between the distribution characteristics of poisonous plants and *Ochotona curzoniae*, *Myospalax baileyi* in the East of
Tibetan Plateau Alpine meadow ecosystem JIN Liang, SUN Li, CUI Huijun, et al (2208)
- Effects of the surrounding habitat on the spider community and leafhopper population in tea plantations
..... LI Jianlong, TANG Jingchi, LI Xiudi, et al (2216)

Autecology & Fundamentals

- Effect of soil-litter layer enzyme activities on litter decomposition in *Pinus massoniana* plantation in Three Gorges Reservoir Area
..... GE Xiaogai, XIAO Wenfa, ZENG Lixiong, et al (2228)
- Kinetics of nutrient uptake by three emergent plants, *Phragmites australis*, *Typha orientalis* and *Scirpus triquetra*
..... ZHANG Xiling, WANG Lixin, LIU Huamin, et al (2238)
- Effects of desertification intensity and stand age on leaf and soil carbon, nitrogen and phosphorus stoichiometry in *Pinus elliottii*
plantation HU Qiwu, NIE Lanqin, ZHENG Yanming, et al (2246)
- Effects of shrub (*Caragana microphalla* Lam.) encroachment on water redistribution and utilization in the typical steppe of Inner
Mongolia PENG Haiying, LI Xiaoyan, TONG Shaoyu (2256)
- Effects of shadowing on methane Emissions from *Castanopsis carlesii* and *Cunninghamia lanceolata*
..... CHEN Xixiang, YANG Yanhua, JIANG Jun, et al (2266)
- Oviposition preference and offspring performance of the oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis* and guava fruit fly *B. correcta*
(Diptera: Tephritidae) on six host fruits LIU Hui, HOU Bohua, ZHANG Can, et al (2274)
- Pollination Mechanisms of genus *Salvia* (Lamiaceae) in East Asia (China)
..... HUANG Yanbo, WEI Yukun, GE Binjie, et al (2282)

Population, Community and Ecosystem

- The effect of resource pulse supply on interspecific competition of a few algal species LI Wei (2290)
- Soil fertility quality assessment under different vegetation restoration patterns
..... LI Jingpeng, XU Mingfeng, SU Zhiyao, et al (2297)
- Scale change and dependence of plant functional traits in hilly areas of the loess region, Shaanxi Province, China
..... DING Man, WEN Zhongming, ZHENG Ying (2308)
- N and P stoichiometry of *Koelreuteria paniculata* leaf and soil in Xiangtan Manganese Mine wasteland
..... XU Luyan, TIAN Dalun, WANG Guangjun, et al (2316)
- Evapotranspiration and factors influencing evapotranspiration in the spring wheat farmland of China's Loess Plateau
..... YANG Fulin, ZHANG Qiang, WANG Wenyu, et al (2323)
- Isolation and Biolog identification of the high-efficiency azotobacter from iron tailing under different vegetation restoration modes
..... LI Wen, YAN Aihua, HUANG Qiuxian, et al (2329)
- Assessing effects of *Cupressus chengiana* plantations in the dry valley of Zagunao River, Li county of Sichuan Province
..... LI Dongsheng, LUO Da, SHI Zuomin, et al (2338)

Landscape, Regional and Global Ecology

- Landscape diversity of *Paerargyrops edita* Tanaka stock in Minnan-Taiwan Bank Fishing Ground CAI Jiandi, SU Guoqiang, MA Chao, et al (2347)
- Landscape classification in a small area for soil series survey and mapping; a case study in the Ningzhen hills, China LU Haodong, PAN Jianjun, FU Chuancheng, et al (2356)
- Impacts of climate change on winter wheat growing period and irrigation water requirements in the north china plain HU Wei, YAN Changrong, LI Yingchun, et al (2367)

Resource and Industrial Ecology

- Factor decomposition of carbon intensity in Xiamen City based on LMDI method LIU Yuan, LI Xiangyang, LIN Jianyi, et al (2378)
- Evaluation index system of sustainable livelihoods ecotourism strategy; a case study of wangjiazhai community in baiyangdian wetland nature reserve, Hebei WANG Jin, ZHANG Yujun, SHI Ling (2388)
- Relationships between stem sap flow rate of litchi trees and meteorological parameters FAN Chao, QIU Yanping, LI Zhiqiang, et al (2401)
- Evaluation on control efficiency of bethylid parasitoids on pest insects indoor; a case of *Sclerodermus* sp. (Hymenoptera: Bethylidae) ZHAN Maokui, YANG Zhongqi, WANG Xiaoyi, et al (2411)

Urban, Rural and Social Ecology

- The dynamic change of herdsman well-being and ecosystem services in grassland of Inner Mongolia; take Xilinguole League as example DAI Guangshuo, NA Risu, DONG Xiaobin, et al (2422)
- The construction of the eco-agricultural yards in three gorges reservoir area based on agricultural non-point source pollution zones LIU Juan, XIE Qian, Ni Jiupai, et al (2431)
- Spatial pattern gradient analysis of a transect in a hilly urban area in China from the perspective of transportation corridor sprawl LÜ Zhiqiang, DAI Fuqiang, ZHOU Qigang (2442)

《生态学报》2014 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的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;新书评价和学术、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,280 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

本期责任副主编 于贵瑞 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 34 卷 第 9 期 (2014 年 5 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 34 No. 9 (May, 2014)

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

主 编 王如松
主 管 中国科学技术协会
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

出 版 科 学 出 版 社
地址:北京东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717

印 刷 北京北林印刷厂
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

订 购 全国各地邮局
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

广告经营 京海工商广字第 8013 号
许 可 证

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

Editor-in-chief WANG Rusong
Supervised by China Association for Science and Technology
Sponsored by Ecological Society of China
Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS
Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China

Published by Science Press
Add: 16 Donghuangchenggen North Street,
Beijing 100717, China

Printed by Beijing Bei Lin Printing House,
Beijing 100083, China

Distributed by Science Press
Add: 16 Donghuangchenggen North
Street, Beijing 100717, China
Tel: (010)64034563
E-mail: journal@cspg.net

Domestic All Local Post Offices in China
Foreign China International Book Trading
Corporation
Add: P.O.Box 399 Beijing 100044, China



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