

ISSN 1000-0933  
CN 11-2031/Q

# 生态学报

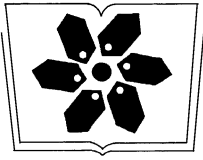
## Acta Ecologica Sinica



第31卷 第20期 Vol.31 No.20 **2011**

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 31 卷 第 20 期 2011 年 10 月 (半月刊)

## 目 次

- 洋山港潮间带大型底栖动物群落结构及多样性..... 王宝强,薛俊增,庄 骅,等 (5865)
- 天津近岸海域夏季大型底栖生物群落结构变化特征..... 冯剑丰,王秀明,孟伟庆,等 (5875)
- 基于景观遗传学的滇金丝猴栖息地连接度分析..... 薛亚东,李 丽,李迪强,等 (5886)
- 三江平原湿地鸟类丰富度的空间格局及热点地区保护..... 刘吉平,吕宪国 (5894)
- 江苏沿海地区耕地景观生态安全格局变化与驱动机制 ..... 王 千,金晓斌,周寅康 (5903)
- 广州市主城区树冠覆盖景观格局梯度..... 朱耀军,王 成,贾宝全,等 (5910)
- 景观结构动态变化及其土地利用生态安全——以建三江垦区为例 ..... 林 佳,宋 戈,宋思铭 (5918)
- 基于景观安全格局的香格里拉县生态用地规划..... 李 晖,易 娜,姚文璟,等 (5928)
- 苏南典型城镇耕地景观动态变化及其影响因素..... 周 锐,胡远满,苏海龙,等 (5937)
- 放牧干扰下若尔盖高原沼泽湿地植被种类组成及演替模式..... 韩大勇,杨永兴,杨 杨,等 (5946)
- 放牧胁迫下若尔盖高原沼泽退化特征及其影响因子..... 李 珂,杨永兴,杨 杨,等 (5956)
- 近 20 年广西钦州湾有机污染状况变化特征及生态影响..... 蓝文陆 (5970)
- 万仙山油松径向生长与气候因子的关系 ..... 彭剑峰,杨爱荣,田沁花 (5977)
- 50 年来山东塔山植被与物种多样性的变化 ..... 高 远,陈玉峰,董 恒,等 (5984)
- 热岛效应对植物生长的影响以及叶片形态构成的适应性..... 王亚婷,范连连 (5992)
- 遮荫对濒危植物崖柏光合作用和叶绿素荧光参数的影响..... 刘建锋,杨文娟,江泽平,等 (5999)
- 遮荫对 3 年生东北铁线莲生长特性及品质的影响..... 韩忠明,赵淑杰,刘翠晶,等 (6005)
- 云雾山铁杆蒿茎叶浸提液对封育草地四种优势植物的化感效应..... 王 辉,谢永生,杨亚利,等 (6013)
- 杭州湾滨海滩涂盐基阳离子对植物分布及多样性的影响 ..... 吴统贵,吴 明,虞木奎,等 (6022)
- 藏北高寒草原针茅属植物 AM 真菌的物种多样性..... 蔡晓布,彭岳林,杨敏娜,等 (6029)
- 成熟马占相思林的蒸腾耗水及年际变化..... 赵 平,邹绿柳,饶兴权,等 (6038)
- 荆条叶性状对野外不同光环境的表型可塑性..... 杜 宁,张秀茹,王 炜,等 (6049)
- 短期极端干旱事件干扰后退化沙质草地群落恢复力稳定性的测度与比较..... 张继义,赵哈林 (6060)
- 滨海盐碱地土壤质量指标对生态改良的响应..... 单奇华,张建锋,阮伟建,等 (6072)
- 退化草地阿尔泰针茅与狼毒种群的小尺度种间空间关联..... 赵成章,任 珩 (6080)
- 延河流域植物群落功能性状对环境梯度的响应 ..... 龚时慧,温仲明,施 宇 (6088)
- 臭氧胁迫使两优培九倒伏风险增加——FACE 研究 ..... 王云霞,王晓莹,杨连新,等 (6098)
- 甘蔗//大豆间作和减量施氮对甘蔗产量、植株及土壤氮素的影响 ..... 杨文亭,李志贤,舒 磊,等 (6108)
- 湿润持续时间对生物土壤结皮固氮活性的影响..... 张 鹏,李新荣,胡宜刚,等 (6116)
- 锌对两个品种茄子果实品质的效应..... 王小晶,王慧敏,王 菲,等 (6125)
- Cd<sup>2+</sup> 胁迫对银芽柳 PS II 叶绿素荧光光响应曲线的影响 ..... 钱永强,周晓星,韩 蕾,等 (6134)
- 紫茉莉对铅胁迫生理响应的 FTIR 研究 ..... 薛生国,朱 锋,叶 晟,等 (6143)

结缕草对重金属镉的生理响应 .....	刘俊祥,孙振元,巨关升,等 (6149)
两种大型真菌子实体对 Cd <sup>2+</sup> 的生物吸附特性 .....	李维焕,孟凯,李俊飞,等 (6157)
富营养化山仔水库沉积物微囊藻复苏的受控因子 .....	苏玉萍,林慧,钟厚璋,等 (6167)
一种新型的昆虫诱捕器及其对长足大竹象的诱捕作用 .....	杨瑶君,刘超,汪淑芳,等 (6174)
光周期对梨小食心虫滞育诱导的影响 .....	何超,孟泉科,花蕾,等 (6180)
农林复合生态系统防护林斑块边缘效应对节肢动物的影响 .....	汪洋,王刚,杜瑛琪,等 (6186)
中国超大城市土地利用状况及其生态系统服务动态演变 .....	程琳,李锋,邓华锋 (6194)
城市综合生态风险评价——以淮北市城区为例 .....	张小飞,王如松,李正国,等 (6204)
唐山市域 1993—2009 年热场变化 .....	贾宝全,邱尔发,蔡春菊 (6215)
基于投影寻踪法的武汉市“两型社会”评价模型与实证研究 .....	王茜茜,周敬宣,李湘梅,等 (6224)
长株潭城市群生态屏障研究 .....	夏本安,王福生,侯方舟 (6231)
基于生态绿当量的城市土地利用结构优化——以宁国市为例 .....	赵丹,李锋,王如松 (6242)
基于 ARIMA 模型的生态足迹动态模拟和预测——以甘肃省为例 .....	张勃,刘秀丽 (6251)
<b>专论与综述</b>	
孤立湿地研究进展 .....	田学智,刘吉平 (6261)
甲藻的异养营养型 .....	孙军,郭术津 (6270)
生态工程领域微生物菌剂研究进展 .....	文娅,赵国柱,周传斌,等 (6287)
我国生态文明建设及其评估体系研究进展 .....	白杨,黄宇驰,王敏,等 (6295)
期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 440 * zh * P * ¥70.00 * 1510 * 49 * 2011-10	



**封面图说:** 壶口瀑布是黄河中游流经秦晋大峡谷时形成的一个天然瀑布。此地两岸夹山,河底石岩上冲刷成一巨沟,宽达 30 米,深约 50 米,最大瀑面 3 万平方米。滚滚黄水奔流至此,倒悬倾注,若奔马直入河沟,波浪翻滚,惊涛怒吼,震声数里可闻。其形其声如巨壶沸腾,故名壶口。300 余米宽的滚滚黄河水至此突然收入壶口,有“千里黄河一壶收”之说。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

高远, 陈玉峰, 董恒, 郝加琛, 慈海鑫. 50 年来山东塔山植被与物种多样性的变化. 生态学报, 2011, 31(20): 5984-5991.

Gao Y, Chen Y F, Dong H, Hao J C, Ci H X. Vegetation and species diversity change analysis in 50 years in Tashan Mountain, Shandong Rrvince, China. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(20): 5984-5991.

## 50 年来山东塔山植被与物种多样性的变化

高 远<sup>1,\*</sup>, 陈玉峰<sup>2</sup>, 董 恒<sup>1</sup>, 郝加琛<sup>3</sup>, 慈海鑫<sup>4</sup>

(1. 临沂市科学探索实验室, 临沂 276037; 2. 邹城市林业局, 邹城 250014;

3. 曲阜师范大学生命科学学院, 曲阜 273165; 4. 潍坊市环境保护局滨海经济开发区分局, 潍坊 262737)

**摘要:**为分析塔山植被与物种多样性 50a 自然演替和动态变化, 2009—2010 年, 采用系统踏勘法和典型取样法进行了调查。当前塔山主要植被类型为“黑松林-赤松林-栓皮栎林”。50a 间, 该区针叶林从黑松(*Pinus thunbergii*) 林演替为黑松林、赤松(*P. densiflora*) 林和油松林(*P. tabulaeformis*) 为主的混合针叶林, 但针叶林的整体优势度下降, 以栓皮栎(*Quercus variabilis*) 和麻栎(*Q. acutissima*) 为建群种的阔叶林面积明显增大, 由针叶林向阔叶林的演替趋势明朗。物种丰富度为草本层>灌木层>乔木层, Shannon-wiener 指数和 Simpson 指数为灌木层>草本层>乔木层, 物种多样性较低, 处于森林演替初期。

**关键词:**植被恢复; 植被重建; 针叶林; 阔叶林; 塔山

## Vegetation and species diversity change analysis in 50 years in Tashan Mountain, Shandong Province, China

GAO Yuan<sup>1,\*</sup>, CHEN Yufeng<sup>2</sup>, DONG Heng<sup>1</sup>, HAO Jiachen<sup>3</sup>, CI Haixin<sup>4</sup>

1 Linyi Scientific Exploration Laboratory, Linyi 276037, China

2 Zoucheng Forestry Bureau, Zoucheng 250014, China

3 College of Life Sciences, Qufu Normal University, Qufu 273165, China

4 Environmental Protection Bureau of the Weifang Binhai Economic Development Area, Weifang 262737, China

**Abstract:** In order to analyze the change of vegetation and species diversity in Mt. Tashan from 1959 to 2009, we conducted a field botanical investigation using system method and typical sampling method between 2009 and 2010. At the present, the main vegetation type in Mt. Tashan is *Pinus thunbergii* forest-*P. tabulaeformis* forest-*Pinus thunbergii* forest. The regional vegetation became mixed coniferous forest(*Pinus thunbergii* forest, *P. densiflora* forest and *P. tabulaeformis* forest)-deciduous broadleaved forest(*Quercus variabilis* forest and *Q. acutissima* forest), which replaced single coniferous forest(*Pinus thunbergii* forest), and many coniferous forest into broadleaved forest within 50 years. It's obvious that coniferous forest was successive to broadleaved forest. It's showed the species richness in Mt. Tashan is the herb layer > the shrub layer> the arbor layer. The global regularity of Shannon-wiener index and Simpson index were the shrub layer > herb layer > arbor layer. Both the species richness and the diversity index are lower, and so it was still in the early forest successive phase.

**Key Words:** vegetation restoration; vegetation reconstruction; coniferous forest; broadleaved forest; Tashan

山地植被多样性历来被全球生态学家所关注, 相关研究层出不穷<sup>[1-3]</sup>, 其中植被恢复研究是一个具有挑

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KSCX2-YW-Z-1020) 和山东省科协 2007 年度学术重点项目(2007-A-42)

收稿日期: 2011-06-19; 修订日期: 2011-07-12

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: gaoyuan1182@tom.com



战性的全球性课题<sup>[4-6]</sup>。从植物多样性的角度对同一地点进行长期观测,是研究人类干扰条件下的群落生物多样性动态和对积极保护措施效果进行评价的常用且可靠的方法<sup>[6-7]</sup>。但由于中国山地植被系统研究起步较晚,传世的早期科学样本甚为缺乏,所研究的山地植被多样性重建时间跨度一般在 20a,并不能深刻体现出山地植被多样性恢复动态<sup>[7]</sup>,超过 40a 的植被重建动态研究弥足珍贵<sup>[7-8]</sup>。

塔山地处暖温带南部的山东山地丘陵区域,曾经长期受人为破坏而形成荒山。1894 年,德国传教士华德胜在此植树造林。1940 年塔山遭受大面积破坏,林场开始造林抚育,至 1959 年,塔山已恢复成为鲁中南山地植被及土壤发育最好的地区之一。1959—1960 年,周光裕等人调查塔山植被<sup>[9]</sup>。2009—2010 年,对塔山植被进行系统调查,分析植被与物种多样性 50a 自然演替和动态变化,为今后鲁中南森林植被改造与规划提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 塔山自然环境状况

塔山位于山东东南,地处 35°10′—36°00′N,117°35′—118°20′E 之间,面积 204 km<sup>2</sup>,原名洋山,1959 年更名为塔山。山脉呈东西走向,海拔多在 600—900 m 之间,最高峰玉柱峰海拔 1073 m。本区属暖温带大陆性季风气候,气温 13.4 ℃,降水量约 900 mm。塔山岩石以花岗岩、石英角闪片岩为主。土壤为棕色森林土,质地多砂壤。森林覆盖率达到 85% 以上,属国家森林公园和国家地质公园。

### 1.2 野外调查与样方设置

野外调查分为系统勘察和典型取样<sup>[10-11]</sup>。系统勘察,主要沿山体自然走向进行,准确辨识植被类型,合理区分群落边界。典型取样,乔木样方规格为 30 m × 20 m;在其近中位置布设灌木样方,规格为 10 m × 10 m;在其四角选取草本样方,规格为 1 m × 1 m。调查共得到 40 个乔木样方、40 个灌木样方和 160 个草本样方。样方林相整齐,能够代表群落的基本特征。调查时记录样方环境信息,诸如地理坐标、海拔、坡向、坡位和坡度等。

植物群落层次按乔木层、灌木层、草本层划分,进行分层统计<sup>[10-11]</sup>。乔木层测定所有胸径 ≥ 5 cm 的木本植物的种类、胸径和数量;灌木层测定所有胸径 < 5 cm 的木本植物的种类、胸径和数量,包括乔木幼苗和幼树;草本层测定植物的种类、高度和数量。物种鉴定主要在野外进行,并采集标本送交植物分类学家进行鉴定确认。

### 1.3 数据分析与计算

植物物种多样性采用 4 种常用多样性指数进行数据计算分析<sup>[10-11]</sup>:丰富度指数( $S$ )、Shannon-Wiener 多样性指数( $H'$ )、Simpson 多样性指数( $D$ )和 Pielou 均匀度指数( $E$ )。计算公式分别为: $H' = - \sum P_i \ln P_i$ ;  $D = 1 / \sum P_i^2$ ;  $E = H' / \ln S$ 。其中, $P_i$  = 物种  $i$  的重要值占样方内所有物种重要值的比例, $S$  为样方内物种数,乔、灌木的重要值 = (相对显著度 + 相对频度 + 相对密度) / 3,草本重要值 = (相对高度 + 相对频度 + 相对密度) / 3。

## 2 结果与分析

### 2.1 塔山主要植被 50a 变化

#### 2.1.1 1959 年塔山主要植被

1959 年,塔山植被主要为以黑松林为主的温带针叶林和灌丛,局部水分条件较好的河谷、山沟区域存在少量温带落叶阔叶林<sup>[9]</sup>(表 1)。

#### 2.1.2 2009 年塔山主要植被

2009 年,塔山植被已整体演替为针叶林、针阔混交林和落叶阔叶林,主要植被类型为黑松林、赤松林、栓皮栎林、麻栎林、油松林和杂木林(表 2),局部区域存在槲栎(*Q. aliena*)林、辽东柁木(*Alnus sibirica*)林、火炬松林和马尾松林。

表 1 1959 年山东塔山主要植被<sup>[9]</sup>

**Table 1 The main vegetation of Tashan in Shandong in 1959**<sup>[9]</sup>

群落类型 Community type	乔木层主要物种 Main tree species	灌木层主要物种 Main shrub species	草本层主要物种 Main herb species
黑松林 <i>P. thunbergii</i> forest	麻栎 <i>Quercus acutissima</i> 刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i>	荆条 <i>Vitex negundo</i> var. <i>heterophylla</i> 胡枝子 <i>Lespedeza bicolor</i>	野古草 <i>Arundinella anomala</i> 黄背草 <i>Themeda japonica</i> ; 长蕊石头花 <i>Gypsophila oldhamiana</i>
南蛇藤灌丛 <i>C. orbiculatus</i> shrub	南蛇藤 <i>Celastrus orbiculatus</i> ; 连翘 <i>Forsythia suspensa</i> 小叶鼠李 <i>Rhamnus parvifolia</i>		
黄檀灌丛 <i>D. hupeana</i> shrub	黄檀 <i>Dalbergia hupeana</i>	荆条 <i>V. negundo</i> var. <i>heterophylla</i>	黄背草 <i>T. japonica</i> 前原鸚观草 <i>Roegneria mayebarana</i>
黑松灌丛 <i>P. thunbergii</i> shrub	黑松 <i>P. thunbergii</i>	荆条 <i>V. negundo</i> var. <i>heterophylla</i> 胡枝子 <i>L. bicolor</i>	黄背草 <i>T. japonica</i> 野古草 <i>A. anomala</i>
山槐灌丛 <i>A. kalkora</i> shrub	山槐 <i>Albizia kalkora</i>	荆条 <i>V. negundo</i> var. <i>heterophylla</i> 胡枝子 <i>L. bicolor</i>	黄背草 <i>T. japonica</i>

表 2 2009 年山东塔山主要植被

**Table 2 The main vegetation of Tashan in Shandong in 2009**

群落类型 Community type	乔木层主要物种 Main tree species	灌木层主要物种 Main shrub species	草本层主要物种 Main herb species
黑松林 <i>P. thunbergii</i> forest	赤松 <i>P. densiflora</i> 麻栎 <i>Q. acutissima</i>	连翘 <i>Forsythia suspensa</i> ; 胡枝子 <i>L. bicolor</i> 荆条 <i>V. negundo</i> var. <i>heterophylla</i>	求米草 <i>Oplismenus undulatifolius</i> 野古草 <i>A. anomala</i> ; 臭草 <i>Melica scabrosa</i>
赤松林 <i>P. densiflora</i> forest	麻栎 <i>Q. acutissima</i> 栓皮栎 <i>Q. variabilis</i>	麻栎 <i>Q. acutissima</i> ; 荆条 <i>V. negundo</i> var. <i>heterophylla</i> 南蛇藤 <i>C. orbiculatus</i>	臭草 <i>M. scabrosa</i> ; 求米草 <i>O. undulatifolius</i> 野古草 <i>A. anomala</i>
油松林 <i>P. tabulaeformis</i> forest	栓皮栎 <i>Q. variabilis</i> 赤松 <i>P. densiflora</i>	连翘 <i>F. suspensa</i> ; 南蛇藤 <i>C. orbiculatus</i> 卫矛 <i>Euonymus alatus</i>	臭草 <i>M. scabrosa</i> ; 低矮苔草 <i>Carex humilis</i> 透骨草 <i>Phryma leptostachya</i> subsp. <i>asiatica</i>
针阔混交林 mixed broadleaf-conifer forest	麻栎 <i>Q. acutissima</i> 赤松 <i>P. densiflora</i>	麻栎 <i>Q. acutissima</i> ; 荆条 <i>V. negundo</i> var. <i>heterophylla</i> 鹅耳枥 <i>Carpinus turczaninowii</i>	臭草 <i>M. scabrosa</i> 低矮苔草 <i>C. humilis</i>
栓皮栎林 <i>Q. variabilis</i> forest	麻栎 <i>Q. acutissima</i> 槲栎 <i>Q. dentata</i>	栓皮栎 <i>Q. variabilis</i> ; 卫矛 <i>E. alatus</i>	低矮苔草 <i>C. humilis</i> ; 臭草 <i>M. scabrosa</i> 野古草 <i>A. anomala</i>
麻栎林 <i>Q. acutissima</i> forest	赤松 <i>P. densiflora</i> 黑松 <i>P. thunbergii</i>	麻栎 <i>Q. acutissima</i> ; 鹅耳枥 <i>C. turczaninowii</i> 南蛇藤 <i>C. orbiculatus</i>	野古草 <i>A. anomala</i> ; 臭草 <i>M. scabrosa</i> 低矮苔草 <i>C. humilis</i>
杂木林 Weed tree forest	麻栎 <i>Q. acutissima</i> 栓皮栎 <i>Q. variabilis</i>	麻栎 <i>Quercus acutissima</i> ; 连翘 <i>Forsythia suspensa</i> 牛奶子 <i>Elaeagnus umbellata</i>	臭草 <i>M. scabrosa</i> ; 野古草 <i>A. anomala</i> 芒 <i>Miscanthus sinensis</i>

针叶林主要有黑松林、赤松林和油松林,局部区域有火炬松林和马尾松林。

黑松林主要分布在塔山外围区。外围区黑松长势较好,而核心区黑松多呈现衰退状态。乔木层盖度为 0.4—0.7,均高 10 m。灌木层盖度为 0.2—0.8,均高 5 m,刺槐、扁担木、君迁子、白蜡、南蛇藤、牛奶子、山合欢较为常见,偶见臭椿(*Ailanthus altissima*)、桑(*Morus alba*)、黑松苗、葎叶蛇葡萄(*Ampelopsis humulifolia*)。草本层盖度为 0.1—0.3,均高 0.3 m,透骨草、委陵菊(*Dendranthema potentilloides*)、蓝萼香茶菜(*Rabdosia japonica* var. *glaucocalyx*)为局部优势种,地榆(*Sanguisorba officinalis*)、芒、广序臭草(*Melica onoei*)、蓬子菜(*Galium verum*)、东亚唐松草(*Thalictrum minus* var. *hypoleucum*)、小花鬼针草(*Bidens parviflora*)、林荫千里光(*Senecio nemorensis*)、山东茜草(*Rubia truppeliana*)较为常见。

赤松林主要分布在塔山外围与高海拔区域。高海拔区赤松长势较好,而低海拔区赤松多呈现衰退状态。乔木层盖度为 0.5—0.8,均高 7 m,白蜡、刺槐为伴生种,偶见辽东栎木、杜梨(*Pyrus betuleafolia*)、大叶朴(*Celtis koraiensis*)。灌木层盖度为 0.2—0.6,均高 2 m,白蜡、扁担木、小叶鼠李、君迁子、赤松苗、山合欢、水榆花楸(*Sorbus alnifolia*)、胡枝子、卫矛较为常见,偶见辽东水蜡(*Ligustrum obtusifolium* subsp. *suave*)、华北绣线菊(*Spiraea fritschiana*)、山樱桃(*Cerasus serrulata*)、三桠乌药(*Lindera obtusiloba*)。草本层盖度为 0.2—0.6,均高 0.25 m,低矮苔草(*Carex humilis*)、薯蓣(*Dioscorea opposita*)为局部优势种,透骨草、羽裂黄瓜菜、地榆、泰山韭(*Allium taishanense*)、三脉紫菀(*Aster ageratoides*)、委陵菊、广序臭草、中华隐子草(*Cleistogenes chinensis*)、芥苳(*Adenophora trachelioides*)、球果堇菜(*Viola collina*)较为常见,偶见费菜(*Sedum aizoon*)、羊耳蒜(*Liparis japonica*)、孩儿参(*Pseudostellaria heterophylla*)、北柴胡(*Bupleurum chinense*)、大丁草(*Gerbera anandria*)、歪头菜(*Vicia unijuga*)。

油松林分布在塔山核心区塔山北坡。乔木层盖度为 0.6,均高 5.5 m。灌木层盖度为 0.8,均高 3 m,常见白檀(*Symplocos paniculata*)、栓皮栎、辽东栎木,偶见山葡萄(*Vitis amurensis*)。草本层盖度为 0.3,均高 0.3 m,求米草为局部优势种,芒、地榆、委陵菊为常见物种。

火炬松林分布在塔山外围区,为引种栽培林,长势较好,但未见更新苗,种群不能自我更新和维持。乔木层盖度为 0.6—0.75,均高 7 m,偶见杜梨、朴树(*Celtis sinensis*)、黄连木(*Pistacia chinensis*)。灌木层盖度为 0.45,均高 1.5 m,常见荆条、酸枣(*Ziziphus jujuba* var. *spinosa*)、扁担木(*Grewia biloba* var. *parviflora*),夹杂着少量的山合欢、君迁子、朴树。草本层盖度为 0.7,均高 0.5 m,常见野古草(*A. anomala*)、隐子草(*Cleistogenes chinensis*)、苳草(*Arthraxon hispidus*)、长蕊石头花(*Gypsophila oldhamiana*)为局部优势种,常见白莲蒿(*Artemisia sacrorum*)、山东茜草、木防己(*Cocculus orbiculatus*)、薯蓣、绵毛马兜铃(*Aristolochia mollissima*)、黄背草。

马尾松林分布在塔山外围区,为引种栽培林砍伐后萌生恢复林,长势较好,可见较多更新苗,种群能自我更新和维持。乔木层盖度为 0.3,均高 10 m,间杂黑松。灌木层盖度为 0.7,均高 1.5 m,常见荆条、马尾松苗,偶见山合欢、黑松苗、扁担木。草本层盖度为 0.4,均高 0.3 m,常见野古草、苳草、长蕊石头花,偶见薯蓣、山东茜草、鸭跖草(*Commelina communis*)、白莲蒿、紫花地丁(*Viola philippica*)、小花鬼针草。

针阔混交林主要分布在塔山低海拔区域。乔木层盖度约 0.6,均高 10 m,常见黑松、鹅耳栎、榉树、刺槐,偶见朴树、元宝槭(*Acer truncatum*)和白蜡树。灌木层盖度约 0.3,均高 1.5 m,常见白蜡树、栓皮栎、山樱桃、连翘和南蛇藤,偶见扁担木、赤松苗、君迁子、小叶鼠李。草本层盖度约为 0.3,均高 0.3 m,常见广序臭草、委陵菊、野古草、求米草,少见白莲蒿、三脉紫菀、蓝萼香茶菜、透骨草、长蕊石头花、墓头回(*Patrinia heterophylla*)等。

阔叶林主要有栓皮栎林、杂木林和麻栎林,局部有榉栎林和辽东栎木林。

栓皮栎林主要分布在塔山核心区。乔木层盖度为 0.7—0.8,均高 10 m,偶见赤松、油松。灌木层盖度为 0.2—0.3,均高 1.5 m,常见白檀、小叶鼠李、连翘、锦带花(*Weigela florida*)、南蛇藤,偶见臭椿、山葡萄和扁担木。草本层盖度为 0.2—0.8,均高 0.15 m,常见蓬子菜、地榆、芥苳、泰山韭、乳浆大戟(*Euphorbia esula*)。

杂木林主要分布在塔山核心区沟谷处。乔木层盖度为 0.65,均高 10 m,伴生种有赤松、榉栎,偶见牛奶

子、黄檀、白檀等,物种相对丰富。灌木层盖度为 0.2—0.4,均高 1.5 m,常见南蛇藤、黑松苗、栓皮栎、荆条。草本层盖度为 0.2,均高 0.1 m,常见木防己、小花鬼针草、羽裂黄瓜菜、黄背草、薯蓣,偶见三脉紫菀、鸭跖草、绵毛马兜铃。

麻栎林主要分布在塔山核心区。乔木层盖度为 0.75,均高 11 m,刺槐、槲树、槲栎、牛奶子较为常见,偶见辽东栎木、大叶朴。灌木层盖度为 0.3,均高 2 m,荆条、鹅耳栎、槲树、小叶鼠李、胡枝子、白蜡、栓皮栎、麦李 (*Cerasus glandulosa*) 较为常见。草本层盖度为 0.3—0.8,均高 0.3 m,求米草为局部优势种,常见地榆、委陵菊、广序臭草、木防己,鸭跖草、华北白前 (*Cynanchum hancockianum*)、三脉紫菀为伴生种,偶见茅茛、变色白前 (*Cynanchum versicolor*)。

槲栎林分布在塔山核心区。乔木层盖度为 0.6,均高 12 m,常见黑松、君迁子,偶见赤松、榔榆 (*Ulmus parvifolia*)、麻栎。灌木层盖度为 0.7,均高 4 m,常见连翘、槲栎、南蛇藤、牛奶子,伴生种有榔榆、卫矛、扁担木,偶见大花溲疏 (*Deutzia grandiflora*)、野花椒 (*Zathoxylum simulans*)。草本层盖度为 0.05,均高 0.15 m,优势种为苔草、野古草、求米草,鸭跖草、透骨草为局部优势种,常见芒、羽裂黄瓜菜、三籽两型豆 (*Amphicarpaea edgeworthii*)、球果堇菜,偶见林泽兰 (*Eupatorium lindleyanum*)、牛尾菜 (*Smilax riparia*)、团羽铁线蕨 (*Adiantum capillus-junonis*)。

辽东栎木林分布在塔山核心区沟谷处。乔木层盖度为 0.7,均高 10 m,伴生种相对较少,见少量麻栎、槲树、栓皮栎、赤松。灌木层盖度为 0.3,均高 3 m,可见南蛇藤、连翘,偶见水榆花楸、卫矛、小叶鼠李。草本层盖度为 0.3,均高 0.3 m,优势种为臭草 (*M. scabrosa*)、羽裂黄瓜菜 (*Paraixeris pinnatipartita*)、轮叶八宝 (*Hylotelephium verticillatum*),常见内折香茶菜 (*Rabdosia inflexa*)、三脉紫菀、野艾蒿 (*Artemisia lavandulaefolia*),偶见球果堇菜、东北南星 (*Arisaema amurense*)。

## 2.2 山东塔山植物多样性

塔山 24000 m<sup>2</sup> 标准样方内共记录维管植物 147 种,隶属于 57 科 115 属,其中六大科分别为菊科 13 属 16 种、蔷薇科 11 属 12 种、禾本科 10 属 13 种、百合科 6 属 6 种、豆科 6 属 6 种和木犀科 3 属 3 种,共 49 属 56 种,占样方内所有植物属种的 42.6% 和 38.1%。松科和壳斗科植物为塔山森林植被建群种,榆科与蔷薇科植物为乔木层常见种,蔷薇科与豆科植物为灌木层优势种,禾本科多为草本层优势种。

塔山 6 种主要森林植被群落不同层次的物种丰富度一致呈现为:草本层>灌木层>乔木层(表 3)。Shannon-Wiener 指数  $H'$  在黑松林、赤松林、栓皮栎林和油松林中均为灌木层>草本层>乔木层,在麻栎林中为灌木层>乔木层>草本层,在杂木林中为乔木层>灌木层>草本层。Pielou 指数  $E$  在黑松林、赤松林和油松林中均为灌木层>草本层>乔木层,在麻栎林和栓皮栎林中为灌木层>乔木层>草本层,而在杂木林中为草本层>乔木层>灌木层。Simpson 指数  $D$  在黑松林、赤松林、栓皮栎林和油松林为灌木层>草本层>乔木层,在麻栎林为

表 3 塔山主要植物群落物种多样性差异

Table 3 The difference of species diversity of the main plant community in Tashan

群落类型 Community type	物种丰富度 Species richness			Shannon-Wiener 指数 Shannon-Wiener index			Pielou 指数 Pielou index			Simpson 指数 Simpson index		
	乔木 Tree	灌木 Shrub	草本 Herb	乔木 Tree	灌木 Shrub	草本 Herb	乔木 Tree	灌木 Shrub	草本 Herb	乔木 Tree	灌木 Shrub	草本 Herb
	1 黑松群落	4.1	7.9	11.4	0.6734	1.3578	1.0589	0.4887	0.7065	0.6879	0.3456	0.6363
2 赤松群落	3.0	8.3	10.5	0.3644	1.4699	0.7722	0.2803	0.7039	0.4910	0.1874	0.6434	0.3917
3 栓皮栎群落	3.0	9.9	10.0	0.5670	1.7696	0.5890	0.5850	0.7579	0.4611	0.3195	0.7485	0.3386
4 麻栎群落	5.3	6.6	9.3	1.0058	1.2408	0.6204	0.6331	0.6774	0.4826	0.5371	0.5982	0.3322
5 油松群落	5.5	6.5	10.5	0.5170	1.3192	0.7960	0.2962	0.7042	0.6310	0.2518	0.6595	0.4340
6 杂木林群落	6.5	7.0	9.0	1.5281	1.3875	0.9125	0.8182	0.7403	0.8292	0.7552	0.6868	0.5338

1 黑松群落 *P. thunbergii* community; 2 赤松群落 *P. densiflora* community; 3 栓皮栎群落 *Q. variabilis* community; 4 麻栎群落 *Q. acutissima* community; 5 油松群落 *P. tabulaeformis* community; 6 杂木林群落 Weed tree forest



灌木层>乔木层>草本层,而在杂木林为乔木层>灌木层>草本层。在乔木层中,Pielou 指数  $E$  呈现出杂木林>麻栎林>栓皮栎林>黑松林>油松林>赤松林,吻合天然林>半天然林>人工林,阔叶林>针叶林的特征,表明 Pielou 指数可为指示植物群落内部稳定性的标准指标。

### 3 结论与讨论

1959—2009 年 50a 间,塔山林区管理部门对森林植被实施了较为严格的管理,水土保持良好,植物物种明显增多,森林覆盖率显著提高,森林植被得以正常恢复、演替和重建。《中华人民共和国植被图》<sup>[12]</sup> 采用“潜在植被法”将本区植被类型标注为“油松林—黑松林”,现阶段塔山主要植被群落类型为“黑松林—赤松林—栓皮栎林”。经过 50a 植被恢复和人工造林,该区以黑松和赤松为建群种的针叶林优势度下降,而以栓皮栎和麻栎为建群种的阔叶林面积明显增大,塔山森林植被建群种已由松科向松科和壳斗科演替,且壳斗科替代松科趋势明朗(图 1)。

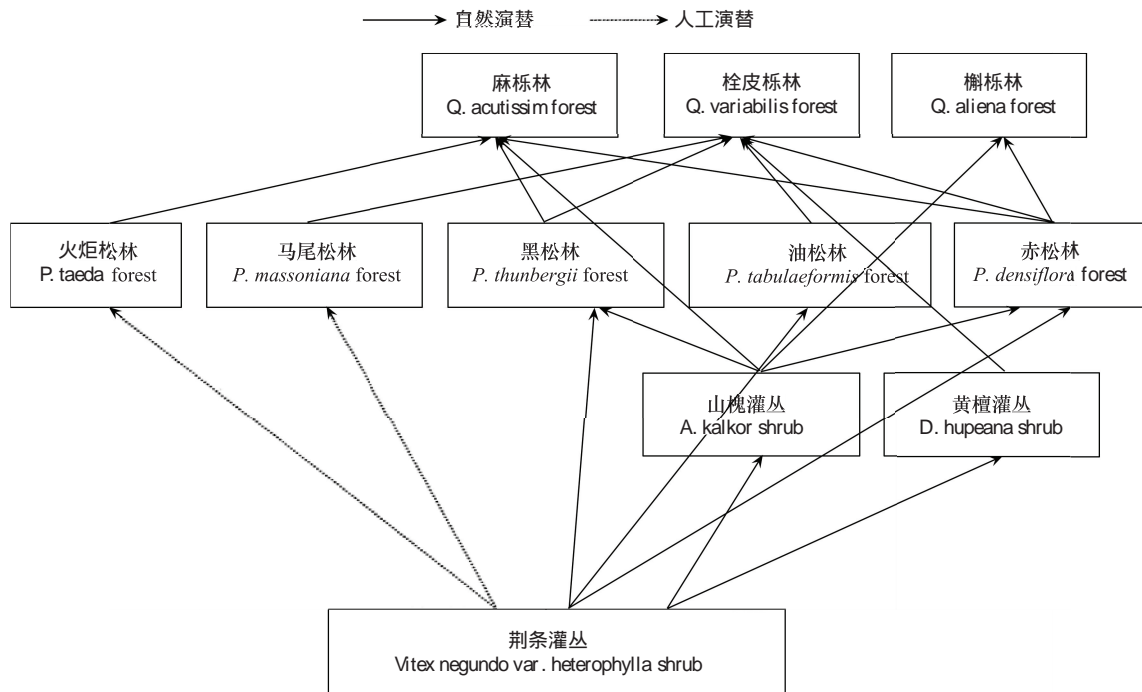


图 1 山东塔山主要植被演替趋势

Fig. 1 Succession tendency of the main vegetation in Tashan

相对于森林植被结构的快速恢复而言,森林群落物种组成的恢复是最值得关注和研究的内容<sup>[13]</sup>。塔山森林植被物种丰富度偏低,处于森林演替早期阶段(表 4)。

表 4 塔山与附近山体植物物种组成差异

Table 4 The differences of species composition between Tashan and nearby mountain

研究区域 Study area	纬度 Latitude	样方 Sample	调查面积 Survey area	物种组成 Species composition	四大科 Section four	资料来源 From
1 北京山区	40°N	43 个	16575 m <sup>2</sup>	48 科 108 属 191 种	菊科 27、蔷薇科 17、禾本科 10、豆科 16	[14]
2 山东蒙山	36°N	32 个	12800 m <sup>2</sup>	60 科 150 属 216 种	菊科 28、蔷薇科 17、禾本科 13、豆科 9	[15]
3 山东塔山	35°N	40 个	24000 m <sup>2</sup>	57 科 115 属 147 种	菊科 16、蔷薇科 12、禾本科 13、百合科 6	

1 北京山区 Beijing mountainous region; 2 山东蒙山 Mt. Mengshan; 3 山东塔山 Mt. Tashan

塔山主要森林群落不同层次的物种多样性总体特征较为一致,即物种丰富度均为草本层>灌木层>乔木层,Pielou 指数  $E$  和 Simpson 指数  $D$  为灌木层>草本层>乔木层。这与山东蒙山<sup>[15]</sup>和山西历山<sup>[16]</sup>相似,而与北京百花山<sup>[17]</sup>和山西关帝山<sup>[18]</sup>不同。塔山面积不大,海拔高程差尚在植物耐受范围内,植被与物种多样性分

布更多受山坡地形格局和土壤微环境影响。塔山外围山体多为演替早期的先锋物种,而山顶上则多为抗逆性强、耐旱和生长缓慢的植物。土壤发育好的区域,喜湿耐荫的植物种类较多;反之,则多为喜阳耐旱的灌木和草本。植物群落建群种的发育和变化,主要通过影响森林郁闭度来改变林下环境。而林下草本层主要受林冠郁闭度和局部小环境影响<sup>[7,19]</sup>。随着该区整体植被演替,塔山核心区域的部分先锋灌木和草本植物逐渐被边缘化,这些物种大多都属于“喜光型”,在林木密集处或遮阴下生长缓慢,甚至会在竞争中被淘汰出局,如白羊草(*Bothriochloa ischaemum*)。

**致谢:** 山东师范大学邱振鲁同学和曲阜师范大学熊先华同学参与了部分野外调查,侯元同副教授帮助鉴定部分标本,特此致谢。

#### References:

- [ 1 ] Doležal J, Šrůtek M. Altitudinal changes in composition and structure of mountain temperate vegetation: a case study from the Western Carpathians. *Plant Ecology*, 2002, 158(2): 201-221.
- [ 2 ] Lötter M C, Beck H T. Preliminary inventory and classification of indigenous afro-montane forests on the Blyde River Canyon Nature Reserve, Mpumalanga, South Africa. *BMC Ecology*, 2004, 4(9): 1-11.
- [ 3 ] Hagan J M, Whitman A A. Biodiversity indicators for sustainable forestry: simplifying complexity. *Journal of Forestry*, 2006, 104(4): 203-210.
- [ 4 ] Lamb D, Erskine P D, Parrotta J A. Restoration of degraded tropical forest landscapes. *Science*, 2005, 310(5754): 1628-1632.
- [ 5 ] Hails R S. Assessing the risks associated with new agricultural practices. *Nature*, 2002, 418(6898): 685-688.
- [ 6 ] Peng S L. Restoration ecology and vegetation reconstruction. *Ecologic Science*, 1996, 15(2): 26-31.
- [ 7 ] Bai F, Sang W G, Li G Q, Liu R G, Chen L Z, Wang K. Long-term protection effects of national reserve to forest vegetation in 4 decades: biodiversity change analysis of major forest types in Changbai Mountain Nature Reserve, China. *Science in China Series C: Life Sciences*, 2008, 51(10): 948-958.
- [ 8 ] Xu C, Liu M S, Zhang M J, Lu X Z, Wang L, Liu Z B. Fifty years of forest change in Nanjing spirit valley. *Acta Phytocoologica Sinica*, 2004, 28(5): 601-608.
- [ 9 ] Zhou G Y. The vegetation of Tashan in Shandong. *Journal of Shandong University (Natural Science)*, 1962, (3): 53-67.
- [ 10 ] Fang J Y, Wang X P, Shen Z H, Tang Z Y, He J S, Yu D, Jiang Y, Wang Z H, Zheng C Y, Zhu J L, Guo Z D. Methods and protocols for plant community inventory. *Biodiversity Science*, 2009, 17(6): 533-548.
- [ 11 ] Fang J Y, Shen Z H, Tang Z Y, Wang Z H. The protocol for the survey plan for plant species diversity of China's mountains. *Chinese Biodiversity*, 2004, 12(1): 5-9.
- [ 12 ] The Editorial Committee of Vegetation Map of China, Chinese Academy of Sciences. *The Vegetation Map of the People's Republic of China*. Beijing: Geological Publishing House, 2007: 130-131.
- [ 13 ] Liu X Z, Lu Y C, Zhou Y H. Dynamic changes of plant community structure and population niche in the recovery process of degenerated secondary forests. *Chinese Journal of Ecology*, 2010, 29(1): 22-28.
- [ 14 ] Wu X F, Wang Z H, Cui H T, Fang J Y. Community structures and species composition of oak forests in mountainous area of Beijing. *Chinese Biodiversity*, 2004, 12(1): 155-163.
- [ 15 ] Gao Y, Ci H X, Qiu Z L, Chen Y F. Plant diversity and its elevational gradient patterns in Mengshan Mountain, Shandong, China. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(12): 6377-6384.
- [ 16 ] Ru W M, Zhang J T, Zhang F, Zhang G P, Liu R X. Species diversity and community structure of forest communities in Lishan Mountain. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2006, 17(4): 561-566.
- [ 17 ] Xu B, Zhang J T, Yang H X, Jiang H F. Species diversity of Baihua Mountain forest plant community. *Bulletin of Botanical Research*, 2007, 27(1): 112-118.
- [ 18 ] Chen T G, Zhang J T. Plant species diversity of Shenweigou in Guandi Mountains (Shanxi, China) I. richness, evenness and diversity indexes. *Chinese Journal of Applied and Environmental Biology*, 2000, 6(5): 406-411.
- [ 19 ] Wang S X, Wang X A, Li G Q, Guo H, Zhu Z H. Species diversity and environmental interpretation in the process of community succession in the Ziwu Mountain of Shaanxi Province. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(6): 1638-1647.

#### 参考文献:

- [ 6 ] 彭少麟. 恢复生态学与植被重建. *生态科学*, 1996, 15(2): 26-31.

- [ 8 ] 徐驰, 刘茂松, 张明娟, 鲁小珍, 王磊, 刘志斌. 南京灵谷寺森林 50 年来的动态变化研究. 植物生态学报, 2004, 28(5): 601-608.
- [ 9 ] 周光裕. 山东塔山的植被. 山东大学学报(自然科学版), 1962, (3): 53-67.
- [ 10 ] 方精云, 王襄平, 沈泽昊, 唐志尧, 贺金生, 于丹, 江源, 王志恒, 郑成洋, 朱江玲, 郭兆迪. 植物群落清查的主要内容、方法和技术规范. 生物多样性, 2009, 17(6): 533-548.
- [ 11 ] 方精云, 沈泽昊, 唐志尧, 王志恒. “中国山地植物物种多样性调查计划”及若干技术规范. 生物多样性, 2004, 12(1): 5-9.
- [ 12 ] 中国科学院中国植被图编辑委员会. 中华人民共和国植被图. 北京: 地质出版社, 2007: 130-131.
- [ 13 ] 刘宪钊, 陆元昌, 周燕华. 退化次生林恢复过程中群落结构和生态位动态. 生态学杂志, 2010, 29(1): 22-28.
- [ 14 ] 吴晓蕾, 王志恒, 崔海亭, 方精云. 北京山区栎林的群落结构与物种组成. 生物多样性, 2004, 12(1): 155-163.
- [ 15 ] 高远, 慈海鑫, 邱振鲁, 陈玉峰. 山东蒙山植物多样性及其海拔梯度格局. 生态学报, 2009, 29(12): 6377-6384.
- [ 16 ] 茹文明, 张金屯, 张峰, 张桂萍, 刘瑞祥. 历山森林群落物种多样性与群落结构研究. 应用生态学报, 2006, 17(4): 561-566.
- [ 17 ] 许彬, 张金屯, 杨洪晓, 姜海凤. 百花山植物群落物种多样性研究. 植物研究, 2007, 27(1): 112-118.
- [ 18 ] 陈廷贵, 张金屯. 山西关帝山神尾沟植物群落物种多样性与环境关系的研究 I. 丰富度、均匀度和物种多样性指数. 应用与环境生物学报, 2000, 6(5): 406-411.
- [ 19 ] 王世雄, 王孝安, 李国庆, 郭华, 朱志红. 陕西子午岭植物群落演替过程中物种多样性变化与环境解释. 生态学报, 2010, 30(6): 1638-1647.

# ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31 ,No. 20 October ,2011 ( Semimonthly)

## CONTENTS

- Community structure and diversity of macrobenthos in the intertidal zones of Yangshan Port ..... WANG Baoqiang, XUE Junzeng, ZHUANG Hua, et al (5865)
- Variation characteristics of macrobenthic communities structure in tianjin coastal region in summer ..... FENG Jianfeng, WANG Xiuming, MENG Weiqing, et al (5875)
- Analysis of habitat connectivity of the Yunnan snub-nosed monkeys (*Rhinopithecus bieti*) using landscape genetics ..... XUE Yadong, LI Li, LI Diqiang, WU Gongsheng, et al (5886)
- Study on the spatial pattern of wetland bird richness and hotspots in Sanjiang Plain ..... LIU Jiping, LÜ Xianguo (5894)
- Dynamic analysis of coastal region cultivated land landscape ecological security and its driving factors in Jiangsu ..... WANG Qian, JIN Xiaobin, ZHOU Yinkang (5903)
- Landscape pattern gradient on tree canopy in the central city of Guangzhou, China ..... ZHU Yaojun, WANG Cheng, JIA Baoquan, et al (5910)
- Research on dynamic changes of landscape structure and land use eco-security; a case study of Jiansanjiang land reclamation area ..... LIN Jia, SONG Ge, SONG Siming (5918)
- Shangri-La county ecological land use planning based on landscape security pattern ..... LI Hui, YI Na, YAO Wenjing, WANG Siqi, et al (5928)
- Changes of paddy field landscape and its influence factors in a typical town of south Jiangsu Province ..... ZHOU Rui, HU Yuanman, SU Hailong, et al (5937)
- Species composition and succession of swamp vegetation along grazing gradients in the Zoige Plateau, China ..... HAN Dayong, YANG Yongxing, YANG Yang, et al (5946)
- Characteristics and influence factors of the swamp degradation under the stress of grazing in the Zoige Plateau ..... LI Ke, YANG Yongxing, YANG Yang, et al (5956)
- Variation of organic pollution in the last twenty years in the Qinzhou bay and its potential ecological impacts ..... LAN Wenlu (5970)
- Response of radial growth Chinese pine (*Pinus tabulaeformis*) to climate factors in Wanxian Mountain of He'nan Province ..... PENG Jianfeng, YANG Airong, TIAN Qinhua (5977)
- Vegetation and species diversity change analysis in 50 years in Tashan Mountain, Shandong Province, China ..... GAO Yuan, CHEN Yufeng, DONG Heng, et al (5984)
- Effect of urban heat island on plant growth and adaptability of leaf morphology constitute ..... WANG Yating, FAN Lianlian (5992)
- Effects of shading on photosynthetic characteristics and chlorophyll fluorescence parameters in leaves of the endangered plant *Thuja sutchuenensis* ..... LIU Jianfeng, YANG Wenjuan, JIANG Zeping, et al (5999)
- Effects of shading on growth and quality of triennial *Clematis manshurica* Rupr. .... HAN Zhongming, ZHAO Shujie, LIU Cuijing, et al (6005)
- Allelopathic effect of extracts from *Artemisia sacrorum* leaf and stem on four dominant plants of enclosed grassland on Yunwu Mountain ..... WANG Hui, XIE Yongsheng, YANG Yali, et al (6013)
- Effects of soil base cation composition on plant distribution and diversity in coastal wetlands of Hangzhou Bay, East China ..... WU Tonggui, WU Ming, YU Mukui, et al (6022)
- Species diversity of arbuscular mycorrhizal fungi of *Stipa* L. in alpine grassland in northern Tibet in China ..... CAI Xiaobu, PENG Yuelin, YANG Minna, et al (6029)
- Water consumption and annual variation of transpiration in mature *Acacia mangium* Plantation ..... ZHAO Ping, ZOU Lvliu, RAO Xingquan, et al (6038)
- Foliar phenotypic plasticity of a warm-temperate shrub, *Vitex negundo* var. *heterophylla*, to different light environments in the field ..... DU Ning, ZHANG Xiuru, WANG Wei, et al (6049)



An case study on vegetation stability in sandy desertification land; determination and comparison of the resilience among communities after a short period of extremely aridity disturbanc .....	ZHANG Jiyi, ZHAO Halin (6060)
Response of soil quality indicators to comprehensive amelioration measures in coastal salt-affected land .....	SHAN Qihua, ZHANG Jianfeng, RUAN Weijian, et al (6072)
Fine-scale spatial associations of <i>Stipa krylovii</i> and <i>Stellera chamaejasme</i> population in alpine degraded grassland .....	ZHAO Chengzhang, REN Heng (6080)
The response of community-weighted mean plant functional traits to environmental gradients in Yanhe river catchment .....	GONG Shihui, WEN Zhongming, SHI Yu (6088)
Ozone stress increases lodging risk of rice cultivar Liangyoupeijiu; a FACE study .....	WANG Yunxia, WANG Xiaoying, YANG Lianxin, et al (6098)
Effect of sugarcane//soybean intercropping and reduced nitrogen rates on sugarcane yield, plant and soil nitrogen .....	YANG Wenting, LI Zhixian, SHU Lei, et al (6108)
Effect of wetting duration on nitrogen fixation of biological soil crusts in Shapotou, Northern China .....	ZHANG Peng, LI Xinrong, HU Yigang, et al (6116)
Effects of zinc on the fruits' quality of two eggplant varieties .....	WANG Xiaojing, WANG Huimin, WANG Fei, et al (6125)
Rapid light-response curves of PS II chlorophyll fluorescence parameters in leaves of <i>Salix leucopithecia</i> subjected to cadmium-ion stress .....	QIAN Yongqiang, ZHOU Xiaoxing, HAN Lei, et al (6134)
Physiological Response of <i>Mirabilis jalapa</i> Linn. to Lead Stress by FTIR Spectroscopy .....	XUE Shengguo, ZHU Feng, YE Sheng, et al (6143)
Physiological response of <i>Zoysia japonica</i> to Cd <sup>2+</sup> .....	LIU Junxiang, SUN Zhenyuan, JU Guansheng, et al (6149)
Biosorption of Cd <sup>2+</sup> using the fruiting bodies of two macrofungi .....	LI Weihuan, MENG Kai, LI Junfei, et al (6157)
Factors regulating recruitment of <i>Microcystis</i> from the sediments of the eutrophic Shanzai Reservoir .....	SU Yuping, LIN Hui, ZHONG Houzhang, et al (6167)
A new type of insect trap and its trapping effect on <i>Cyrtotrachelus buqueti</i> .....	YANG Yaojun, LIU Chao, WANG Shufang, et al (6174)
Photoperiod influences diapause induction of Oriental Fruit Moth(Lepidoptera: Tortricidae) .....	HE Chao, MENG Quanke, HUA Lei, et al (6180)
Influence of edge effects on arthropods communities in agroforestry ecological systems .....	WANG Yang, WANG Gang, DU Yingqi, et al (6186)
Dynamics of land use and its ecosystem services in China's megacities .....	CHENG Lin, LI Feng, DENG Huafeng (6194)
Comprehensive assessment of urban ecological risks; the case of Huaibei City .....	CHANG Hsiaoifei, WANG Rusong, LI Zhengguo, et al (6204)
The dynamics of surface heat status of Tangshan City in 1993—2009 .....	JIA Baoquan, QIU Erfa, CAI Chunju (6215)
A projection-pursuit based model for evaluating the resource-saving and environment-friendly society and its application to a case in Wuhan .....	WANG Qianqian, ZHOU Jingxuan, LI Xiangmei, et al (6224)
Research on ecological barrier to Chang-Zhu-Tan metropolitan area .....	XIA Benan, WANG Fusheng, HOU Fangzhou (6231)
Optimization of urban land structure based on ecological green equivalent; a case study in Ningguo City, China .....	ZHAO Dan, LI Feng, WANG Rusong (6242)
Dynamic ecological footprint simulation and prediction based on ARIMA Model; a case study of Gansu Province, China .....	ZHANG Bo, LIU Xiuli (6251)
<b>Review and Monograph</b>	
A prospect for study on isolated wetland .....	TIAN Xuezhi, LIU Jiping (6261)
Dinoflagellate heterotrophy .....	SUN Jun, GUO Shujin (6270)
Research progress of microbial agents in ecological engineering .....	WEN Ya, ZHAO Guozhu, ZHOU Chuanbin, et al (6287)
The progress of ecological civilization construction and its indicator system in China .....	BAI Yang, HUANG Yuchi, WANG Min, et al (6295)

# 2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊\*

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

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 31 卷 第 20 期 (2011 年 10 月)

## ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 31 No. 20 2011

**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** 冯宗炜  
**主 管** 中国科学技术协会  
**主 办** 中国生态学会  
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

**Editor-in-chief** FENG Zong-Wei  
**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

**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  
**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@espg.net

**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@espg.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

**Domestic** All Local Post Offices in China  
**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 70.00 元