

巢湖低丘山区典型植被群落与土壤环境因子特征研究^①

王晓龙¹, 常龙飞², 李恒鹏¹, 张奇^{1*}

(1 湖泊与环境国家重点实验室, 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008;

2 南京农业大学资源与环境学院, 南京 210095)

摘要: 本文系统调查了巢湖低丘山区 5 种典型植被类型, 即弃耕地、灌木林、人工马尾松林、草地以及次生马尾松林植被群落学特征、土壤养分状况, 并分析了巢湖低丘山区典型植被群落与土壤环境因子的关系。研究表明: 弃耕地显示了最高的植物物种数, 其次为人工马尾松林和灌木林, 草地物种数最低, 平均仅为 4 种。总盖度以草地最高, 达到 95%, 其次为次生马尾松林和灌木林, 人工马尾松林总盖度最低。此外, 弃耕地显示了最高的生物多样性与均匀度指数, 其次为灌木林, 而草地多样性指数和均匀度指数均最低。弃耕地土壤养分含量最高; 次生马尾松林表层土壤有机碳、总氮、总磷与有效氮高于灌木林与草地, 显示了较明显的土壤养分随植被演替过程的积累效应。相关分析表明生物多样性指数和均匀度指数与土壤养分状况呈良好的正相关关系, 表明这一地区植被恢复处于演替发展阶段。

关键词: 巢湖; 低丘山区; 植被群落; 土壤质量

中图分类号: X171

自上世纪 50 年代以来, 江淮低丘区亚热带常绿阔叶林被大规模采伐, 代之而起的是大面积的人工林、天然次生林, 次生灌丛、灌草丛以及农耕地等次生植被。由于这些次生植被的不稳定性, 地表植被必然会随着时间的推移而进行演替, 这种演替又必然会导致其土壤理化特性发生相应的变化^[1-2]。在生态系统中, 植被是生态系统物质循环和能量交换的枢纽, 是防止生态退化的物质基础, 而土壤是植物赖以生存的基础^[3]。两者之间的相互影响、相互制约的有机联系是生态系统广泛而复杂的重要关系之一^[4-6]。地表植被是土壤中营养物质的主要来源, 其根系活动更是土壤结构改良的主要驱动要素之一, 而土壤为植物生长提供水分和矿质营养, 其含量不仅影响植物的个体发育, 更进一步决定着植物群落的类型、分布和动态^[7-8]。植物群落的演替是群落的植物部分与土壤部分协同作用的结果。植被恢复与演替过程其实也就是土壤物理性状改善、土壤养分累积和植物多样性提高的过程^[9]。植被覆盖良好的土壤对于滞留吸收水分、保持土地肥力、延缓减少径流以及减少污染物输出等方面都发挥着重要的作用^[10-13]。

巢湖是中国的第五大淡水湖泊。位于安徽省境内,

13 310 km²。在上世纪 60 年代, 兆河闸、巢湖闸和裕溪闸相继建成, 巢湖逐渐变成了一个半封闭的湖泊。巢湖是流域工农业用水和生活饮用水的主要水源地, 同时也是沿岸工农业排水和生活的主要纳污水体。自 80 年代, 巢湖水质不断恶化, 成为典型的富营养化湖泊。“十五”末, 巢湖已呈中度富营养状态, 其中, 西半湖处于中度富营养状态, 东半湖处于轻度富营养状态。目前针对巢湖水体富营养化评价及其流域水环境评估已有大量研究^[8,14]。事实上, 除工农业污染输入外, 由于人为干扰强烈, 周边丘陵地区地表径流营养物质大量输入也是巢湖水体快速富营养化的重要因素之一。表层土壤质量与植被覆盖状况是控制地表径流营养物质输移过程的重要因素, 研究不同植被覆盖条件下土壤质量的变化特征对该地区的植被恢复与面源污染控制具有重要意义, 但目前这一方面的研究少见报道^[15]。因此, 本文针对巢湖低丘山区地表植被覆盖类型复杂多样, 面源污染严重等特征, 开展该地区典型植被群落学特征及其土壤环境要素状况研究, 旨在为合理利用土地资源, 有效恢复地表植被生态系统, 进而控制巢湖水体富营养化提高理论基础。

①基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2008ZX07103-003)与国家自然科学基金项目(40801197)资助。

* 通讯作者(qzhang@niglas.ac.cn)

作者简介: 王晓龙(1978—), 男, 安徽南陵人, 博士, 主要从事流域生态过程研究。E-mail: wangxl@niglas.ac.cn

1 研究区域与研究方法

1.1 研究区域

研究区位于巢湖流域东北部低丘山区,为巢湖流域富磷地区小柘皋河上游。该地区属北亚热带湿润季风气候区,主要气候特点是:季风明显、四季分明、气候温和、雨量充沛、光照充足,年均日照 2019.2~2074.1 h, 一年平均气温为 15.7℃~16.1℃, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温为 2290℃~2340℃, 无霜期为 229~234 天, 多年平均降水量为 1032~1205 mm, 但降水季节分布不均, 雨量最多月份为 7 月, 最少的为 12 月。研究区植被生长良好, 主要植被类型为荒草地、灌木林、马尾松林、弃耕地以及农作旱地。土壤类型主要是以花岗片麻岩和片麻岩等岩石的风化坡积为母质所发育来的土体较厚, 偏酸性的黄棕壤。

1.2 研究方法

1.2.1 典型植被群落调查与土壤样品采集 2008 年 8 月与 2009 年 8 月在研究区选择 5 种典型植被类型, 分别为弃耕地、灌木林、人工马尾松林、草地以及次生马尾松林(表 1)。每个典型植被类型分别设置 5 个面积为 4 m×4 m 混合样方, 调查记载每个样方内植物的种类、个体数、高度、盖度、郁闭度等^[16]。考虑到草地等植被根系主要集中于 0~20 cm 土层, 同时植被对土壤质量的影响主要集中在表层土壤(0~5 cm)^[17], 因此在开展植被调查的同时利用不锈钢土钻(内径 5 cm)采集 0~5、5~10 与 10~20 cm 土层各约 500 g 土样分别装入聚乙烯封口袋; 土样及时(8 h 内)运回实验室后, 拣除石块等杂物, 每份土样均匀分成两部分, 一部分放入低温箱中(温度控制在 4℃)用于测定土壤微生物生物量和活性; 另一部分自然风干后磨碎, 分别过 20 目与 100 目筛, 用于土壤理化指标测定。

表 1 巢湖低丘典型植被类型优势种与伴生种

Table 1 Dominant species and companion species of typical vegetations in Chaohu hill region

植物群落	优势种	伴生种
弃耕地	看麦娘、蒲公英	野葱、马唐、苦菜、狗牙根、马蓝、早熟禾、稗草、藎草、白羊草等
灌木林	圆叶胡枝子、高羊茅	苦菜、金鸡菊、天蓝苜蓿、马兰、五节芒、金菊花、夏枯草、野菊花、白三叶、狗牙根等
人工马尾松林	马尾松	中华结缕草、苦菜、野菊花、蒲公英等
草地	中华结缕草	野菊花、野胡萝卜、蒲公英、小苜蓿、白羊草、紫苜蓿、狗牙根、苦菜等
次生马尾松林	马尾松	圆叶胡枝子、马兰、野胡萝卜、紫苜蓿、狗牙根、中华结缕草、野菊花等

1.2.2 样品分析与数据处理 土壤样品分析: pH 值采用无 CO₂ 水浸提, 酸度计测定, 土:水为 1:2.5; 有机碳含量采用重铬酸钾氧化法测定; 全氮含量采用凯氏法测定; 全磷含量采用高氯酸消化、钼锑抗比色法测定; 有效氮含量采用康维皿扩散法测定; 有效磷含量采用双酸浸提、钼锑抗比色法测定^[18]。

物种多样性计算^[19]:

(1) 生物多样性指数 (D), 采用 Shannon-Wiener 指数:

$$D = 3.3219(\lg N - 1 / \sum_{i=1}^S ni \lg ni) \quad (1)$$

式中, N 是所有种的个体数, ni 是第 i 种的个体数, S 是种数, 3.3219 为从 \ln 到 \lg 的转换系数。

(2) 群落的均匀度指数 (J):

$$J = \frac{\log N - 1 / N \sum_{i=1}^S ni \log ni}{\log N - 1 / N [a(S-\beta) \log a + \beta(a+1) \log(a+1)]} \quad (2)$$

式中, N 是所有物种的个体数, ni 是第 i 个物种的个

体数, S 为种数; β 是 N 被 S 整除以外的余数, $a = (N-\beta)/N$ 。

(3) 重要值 (IV):

$IV =$ 相对多度 + 相对频度 + 相对显著度 (3) 式中, 相对多度 = 某个种的个体数/所有种的个体数之和×100; 相对频度 = 某个种的频度/所有种的频度之和×100; 相对显著度 = 某个种的显著度/所有物种的显著度之和×100, 显著度 = 平均盖度×平均高。

数据处理与统计分析在 Excel 及 SPSS12.0 软件上进行。

2 研究结果

2.1 巢湖低丘典型植被群落特征

从表 2 可见, 优势种盖度以草地显著最高, 其次为次生马尾松林和灌木林, 而以人工马尾松林最低, 仅为 31%。物种重要值可以表示群落中某一物种的相对重要性, 其值愈大, 说明在群落结构中就愈重要。

中华结缕草在草地中占有明显的优势地位, 其重要值高达 77.3, 是控制草地群落结构与功能的主要物种; 次生马尾松林和灌木林优势种重要值分别为 56.0 和 50.3, 表明圆叶胡枝子与高羊茅以及马尾松分别在这两种植被群落中占有重要地位。弃耕地和人工马尾松林优势种重要值显著低于其他样地, 可能是因为这两种植被类型正处在植被次生演替初期, 许多植物种则刚刚侵入, 不同种类植物之间的竞争尚不明显, 因而优势种在群落构成中显得地位并不突出。

表 3 表明, 弃耕地具有最高的植物物种数, 其次为人工马尾松林和灌木林, 草地物种数显著低于其他样地, 平均仅为 4 种。而总盖度却以草地最高, 达到 95%, 其次为次生马尾松林和灌木林, 人工马尾松林总盖度最低。样地多样性指数和均匀度指数分别在 2.013 ~ 5.318 与 2.119 ~ 4.515 之间, 其中以弃耕地和灌木林显著最高, 其次为次生马尾松林和人工马尾松

林, 而草地多样性指数和均匀度指数则显著低于其他样地。

表 2 巢湖低丘典型植被类型优势种盖度、高度及重要值
Table 2 Coverage, average highness and important value of the dominant species of typical vegetations in Chaohu hill region

植物群落	盖度 (%)	高度 (cm)	重要值
弃耕地	46% ± 9% b	26 ± 5 d	31.2 ± 7.5 c
灌木林	49% ± 8% b	47 ± 9 c	50.3 ± 5.6 b
人工马尾松林	31% ± 4% c	135 ± 21 b	27.0 ± 6.9 c
草地	91% ± 3% a	35 ± 6 cd	77.3 ± 6.1 a
次生马尾松林	57% ± 11% b	380 ± 72 a	56.0 ± 9.8 b

注: 表中弃耕地优势种盖度和重要值为看麦娘与蒲公英盖度和重要值之和, 而平均高度为二者均值; 灌木林盖度和重要值则为圆叶胡枝子与高羊茅之和, 平均高度为二者均值; 表中数值为平均值 ± 均方差; 同列不同小写字母表示样地间差异显著 ($p < 0.05$), 下同。

表 3 巢湖低丘典型植被类型植物群落特征

Table 3 Community characteristics of typical vegetations in Chaohu hill region

植物群落	物种数	总盖度 (%)	多样性指数	均匀度指数
弃耕地	17 ± 4 a	78% ± 3% c	5.318 ± 1.176 a	4.515 ± 0.341 a
灌木林	10 ± 3 b	81% ± 4% bc	4.653 ± 1.204 a	3.923 ± 0.512 a
人工马尾松林	12 ± 2 b	51% ± 3% d	2.675 ± 0.553 c	3.226 ± 0.210 b
草地	4 ± 2 c	95% ± 2% a	2.013 ± 0.105 d	2.119 ± 0.083 c
次生马尾松林	8 ± 3 b	85% ± 3% b	3.207 ± 0.227 b	3.442 ± 0.609 ab

2.2 巢湖低丘典型植物群落土壤养分含量

表 4 表明, 各样地 0 ~ 5、5 ~ 10 与 10 ~ 20 cm 土层 pH 分别在 7.82 ~ 8.34、7.66 ~ 8.25 和 7.55 ~ 7.96 之间, 以次生马尾松林最低, 人工马尾松林最高。弃耕地表层土壤 (0 ~ 5 cm) 有机碳 4.65 g/kg, 明显高于其他样地, 其次为次生马尾松林 (27.77 g/kg)、灌木林 (24.50 g/kg)、草地 (22.13 g/kg) 与人工马尾松林 (19.34 g/kg); 5 ~ 10 cm 与 10 ~ 20 cm 土层有机碳含量分别在 17.11 ~ 31.78 g/kg 与 13.72 ~ 27.39 g/kg 之间, 显示了相似的分异趋势。0 ~ 5 cm 土层总氮也以弃耕地最高, 为 2.06 g/kg, 其次为次生马尾松林、灌木林、草地和人工马尾松林; 总磷也显示了相似的变异趋势, 以弃耕地最高, 人工马尾松林最低; 弃耕地有效态氮、磷也显著高于其他样地, 而人工马尾松林则最低, 其中次生马尾松林有效氮为 161.1 mg/kg, 高于灌木林 (156.9 mg/kg), 而有效磷则相反。在 5 ~ 10 cm 与 10 ~ 20 cm 土层弃耕地有机碳、全氮、全磷、有效氮和有

效磷也明显高于其他样地, 而人工马尾松林则显示了较低的有机碳与养分含量。各样地 0 ~ 20 cm 土层间土壤有机碳、全氮、全磷、有效氮和有效磷均随土层的加深而降低。

2.3 巢湖低丘典型物群落特征与土壤环境要素相关性分析

表 5 为表层土壤 (0 ~ 5 cm) pH 和养分状况与地表植被群落特征的相关分析, 可以看出优势种高度、重要值和群落总盖度与表层土壤 pH 及养分状况大多呈负相关关系, 且均没有达到显著相关水平 ($p < 0.05$), 表明优势种对表层土壤理化性质影响不大。多样性指数与表层土壤有机碳、总氮、有效氮、总磷与有效磷含量呈显著正相关关系, 而均匀度指数也与土壤养分状况呈正相关关系, 其中与有机碳、总磷与有效磷含量达到显著相关水平, 表明这一地区处于植被恢复的早期阶段, 植物的入侵与竞争对土壤质量的影响较大。

表 4 巢湖低丘典型植物群落土壤养分含量特征

Table 4 Soil nutrient contents of typical vegetations in Chaohu hill region

植物群落	土层 (cm)	pH	有机碳 (g/kg)	全氮 (g/kg)	全磷 (g/kg)	有效氮 (mg/kg)	有效磷 (mg/kg)
弃耕地	0~5	8.15 ± 0.17	34.65 ± 5.31	2.06 ± 0.32	0.301 ± 0.046	218.3 ± 35.3	33.77 ± 4.37
	5~10	8.02 ± 0.22	31.78 ± 2.09	1.98 ± 0.14	0.292 ± 0.017	186.4 ± 26.9	29.65 ± 1.52
	10~20	7.90 ± 0.13	27.39 ± 3.32	1.31 ± 0.07	0.242 ± 0.033	150.5 ± 8.6	23.73 ± 0.95
灌木林	0~5	7.89 ± 0.09	24.50 ± 4.88	1.45 ± 0.13	0.163 ± 0.019	156.9 ± 12.1	17.25 ± 1.21
	5~10	7.87 ± 0.12	19.64 ± 2.05	1.07 ± 0.03	0.076 ± 0.002	126.6 ± 9.3	9.06 ± 0.59
	10~20	7.75 ± 0.08	18.52 ± 0.83	1.01 ± 0.07	0.081 ± 0.004	90.3 ± 5.4	8.33 ± 0.66
人工马尾松林	0~5	8.34 ± 0.14	19.34 ± 2.78	1.23 ± 0.23	0.104 ± 0.029	91.2 ± 11.2	8.35 ± 1.02
	5~10	8.25 ± 0.09	17.11 ± 2.35	1.15 ± 0.04	0.093 ± 0.007	82.3 ± 7.9	7.06 ± 1.11
	10~20	7.96 ± 0.11	13.72 ± 0.78	0.89 ± 0.09	0.075 ± 0.004	83.5 ± 3.6	7.31 ± 0.56
草地	0~5	7.91 ± 0.11	22.13 ± 1.78	1.25 ± 0.25	0.155 ± 0.025	115.1 ± 27.7	13.31 ± 2.33
	5~10	7.68 ± 0.12	18.42 ± 2.55	1.18 ± 0.18	0.114 ± 0.008	92.3 ± 14.5	9.66 ± 0.89
	10~20	7.72 ± 0.06	14.60 ± 2.23	0.94 ± 0.07	0.071 ± 0.004	91.1 ± 8.3	9.17 ± 0.54
次生马尾松林	0~5	7.82 ± 0.09	27.71 ± 3.32	1.58 ± 0.20	0.199 ± 0.023	161.1 ± 22.2	15.07 ± 0.74
	5~10	7.66 ± 0.16	23.63 ± 0.95	1.38 ± 0.07	0.114 ± 0.005	112.7 ± 10.3	10.10 ± 0.52
	10~20	7.55 ± 0.07	20.12 ± 1.13	1.05 ± 0.09	0.101 ± 0.007	108.5 ± 7.5	8.25 ± 0.63

表 5 巢湖低丘典型植物群落特征与土壤环境要素相关性分析

Table 5 Correlations between community characteristics and soil nutrients of typical vegetations in Chaohu hill region

	pH	有机碳	全氮	全磷	有效氮	有效磷
优势种高度	-0.314	-0.014	-0.290	-0.384	-0.133	-0.212
优势种重要值	-0.215	0.087	-0.255	-0.188	-0.131	0.027
总盖度	-0.364	0.400	0.341	0.452	0.598*	0.303
多样性指数	0.037	0.704*	0.553*	0.673*	0.526*	0.747*
均匀度指数	0.198	0.592*	0.359	0.516*	0.314	0.680*

3 讨论

恢复与重建巢湖环湖丘陵区地表植被是防止巢湖低丘水土流失、减少巢湖“面污染”的重要措施，但在低丘植被恢复过程中，仅仅将山绿起来是不够的，还要考虑到有利于生物多样性保护^[1,20]。而在植被自然恢复过程中，植物物种数量与生物多样性也随之不断变化。本研究中，弃耕地显示了最高的生物多样性与均匀度指数，其次为灌木林，而草地多样性指数和均匀度指数均最低。一般而言，在次生演替的初期和后期，环境变化剧烈，物种竞争加强，建群种更替明显，因而表现出较高的物种多样性指数，当建群种确立优势后，环境变化减小，竞争失败物种消失，从而群落结构较为稳定，群落多样性指数呈下降趋势^[16,21]。弃耕地由于前期农作施肥，土壤理化性质较好，利于多种植物侵入，而灌木林处于草地向林地演替的过渡阶

段，环境变化较为剧烈，群落结构较为复杂，因而二者呈现较高的生物多样性与均匀度指数。中华结缕草在草地中占据了绝对的优势地位，在 0~10 cm 土壤层根系密布，有效阻止了其他植物种的侵入，群落结构显得较为单一，但随着土壤性状的进一步改良与土壤有机碳的增加，必然为后期灌丛植物的入侵创造条件。虽然植被演替主要通过物种竞争来推动，但土壤作为植被演替的重要环境条件，它不但促进前一群落的灭亡，而且为后续群落演替创造条件^[22-23]。

各样地表层土壤养分也显示了较大的差异。弃耕地表层土壤养分显著高于其他样地，这与前期人为施肥耕作有关。事实上，人类活动是巢湖环湖丘陵区地表覆盖与土壤质量变化的主要驱动因素^[19]。次生马尾松林表层土壤有机碳、总氮、总磷与有效氮含量高于灌木林与草地，显示了较明显的土壤养分随植被演替

过程的积累效应。在次生演替过程中土壤与植被总是处在不断的演化与发展之中,土壤-植被的互动效应决定了植被演替的速度与建群种的优势度,草本植物与灌木植物对土壤质量的改良为乔木植物的入侵与生长提供了环境基础,这对区域植被的恢复与重建具有指导意义^[24]。相关分析表明生物多样性指数和均匀度指数与土壤养分状况呈良好的正相关关系,表明这一地区植被恢复处于演替发展阶段,植物的入侵与竞争激烈,同时伴随土壤养分的积累与土壤质量的改良^[25]。相比较而言,优势种高度、重要值和群落总盖度与表层土壤 pH 及养分状况关系较弱,均没有达到显著水平,这可能是由于该地区植被恢复期较短,优势种形成期短且演替进程速度快,因而优势种对表层土壤质量的影响难以突显^[26]。此外本研究中人工马尾松林优势种盖度、高度以及表层土壤养分含量均显著低于次生马尾松林。在巢湖环湖丘陵区人工马尾松林主要种植于尾矿区用于地表植被恢复,这些裸露地区采矿及崩塌等因素,网纹层与母质层常常出露地表,土壤养分贫瘠^[15,25]。由于缺乏自然演替过程的土壤养分积累与结构改良,不利于马尾松林等乔木植物的生长,因此选用草本植物可能更有利于植被的恢复与土壤养分的积累。

4 结论

通过对巢湖低丘山区典型植被群落特征及其土壤环境要素调查与采样分析,得出如下结论:

(1) 巢湖低丘山区典型植被群落特征差异明显,其中植被总盖度以草地最高,依次为次生马尾松林、灌木林、弃耕地和人工马尾松林;生物多样性与均匀度指数则以弃耕地最高,其次为灌木林与次生马尾松林,而草地多样性指数和均匀度指数均最低。

(2) 典型植被类型表层土壤养分也显示了较大的差异。弃耕地表层土壤养分最高,依次为次生马尾松林、灌木林、草地与人工马尾松林,显示了较明显的土壤养分随植被演替过程的积累效应。

(3) 土壤养分状况与生物多样性指数和均匀度指数呈现良好的正相关关系,而与优势种高度、重要值和群落总盖度相关性较弱,表明这一地区植被恢复处于演替发展阶段,土壤养分积累明显,但由于植物种竞争激烈,优势种形成期短,对表层土壤质量影响不显著。

(4) 由于缺乏自然演替过程的土壤养分积累与结构改良,人工马尾松林优势种盖度、高度以及表层土

壤养分含量均显著低于次生马尾松林,因此选用草本植物可能更有利于该地区植被的恢复与土壤养分的积累。

参考文献:

- [1] 黄庆丰,高健,吴泽民. 巢湖低丘不同森林类型物种多样性数量特征研究. 安徽农业大学学报, 2003, 30(2): 163-167
- [2] 李俊清. 森林生态学. 北京: 高等教育出版社, 2006
- [3] 周云龙. 植物生物学. 北京: 高等教育出版社, 2000
- [4] 宋会兴, 苏智先, 彭远英. 山地土壤肥力与植物群落次生演替关系研究. 生态学杂志, 2005, 24(12): 1 531-1 533
- [5] Bedford BL, Mark RW, Allison A. Patterns in nutrient availability and plant diversity of temperate American wetlands. *Ecology*, 1999, 80: 2 151-2 162
- [6] Yin CQ, Lan ZL. The nutrient retention by ecotone wetlands and their modification for Bai Yarn Dianlake restoration. *Water Science and Technology*, 1995, 32: 159-167
- [7] 侯喜禄, 白岗栓, 曹清玉. 黄土丘陵区森林保持水土效益及其机理的研究. 水土保持研究, 1996, 3(2): 98-103
- [8] 李如忠, 丁丰. 巢湖主要入湖河口湿地植被生态学特征分析. 安徽建筑工业学院学报, 2009, 17(1): 80-84
- [9] 张光富. 浙江天童山区灌丛群落的物种多样性及其与演替的关系. 生物多样性, 2000, 8(3): 271-276
- [10] 杨金玲, 张甘霖, 张华, 赵玉国. 丘陵地区流域土地利用对氮素径流输出的影响. 环境科学, 2003, 24(1): 16-23
- [11] 吕春花, 郑粉莉, 安韶山. 子午岭地区植被演替过程中土壤养分及酶活性特征研究. 干旱区农业研究, 2009, 27(2): 227-232
- [12] Kalkhan MA, Stafford EJ, Woodly PJ, Stohlgren TJ. Assessing exotic plant species invasions and associated soil characteristics: a case study in eastern Rocky Mountain National Park, Colorado, USA, using the pixel nested plot design. *Applied Soil Ecology*, 2007, 35: 622-634
- [13] Mirela GT, Carol AJ. Environmental conditions promoting non-native *Phragmites australis* expansion in great lakes coastal wetlands. *Wetlands*, 2010, 30: 577-587
- [14] 赵日亮. 巢湖环境污染现状及其综合治理与对策. 生态学研究, 2000(1): 16-20
- [15] 陈斌. 巢湖流域水土流失现状、成因和综合治理对策. 华东森林经理, 2000, 14(4): 1-3
- [16] 李博. 普通生态学. 呼和浩特: 内蒙古大学出版社, 1993
- [17] 王晓龙, 胡锋, 李辉信, 刘满强, 秦江涛, 张斌. 侵蚀退化红壤自然恢复下土壤生物学质量演变特征. 生态学报, 2007, 27(4): 1 404-1 411

- [18] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法. 北京: 中国农业科技出版社, 1998
- [19] 张金屯. 植被数量生态学方法. 北京: 中国科学技术出版社, 1995
- [20] 樊明怀, 周云峰. 巢湖流域水环境综合治理对策. 安徽农业科学, 2008, 36(16): 6 911-6 912, 6 934
- [21] Ewel JJ, Mazzarino MJ, Berish CW. Tropical soil fertility changes under monocultures and successional communities of different structure. *Ecological Applications*, 1991, 1: 289-302
- [22] 管东生, Peart MR. 华南南亚热带不同演替阶段植被的环境效应. 环境科学, 2000, 21(5): 1-5
- [23] Zhang SR, Sun B, Zhao QG. Temporal-spatial variability of soil organic carbon stocks in a rehabilitating ecosystem. *Pedosphere*, 2004, 14(4): 501-508
- [24] 宋娟丽, 吴发启, 姚军, 余雕, 包耀贤. 弃耕地植被恢复过程中土壤理化性质演变趋势研究. 干旱地区农业研究, 2009, 27(3): 168-173
- [25] 阎伍玖, 鲍强. 巢湖流域农业活动与非点源污染初步研究. 水土保持学报, 2001, 15(4): 130-131
- [26] Craine JM, Wedin DA, Chapin FS, Reich PB. Development of grassland root systems and their effects on ecosystem properties. *Plant and Soil*, 2003, 250: 39-47

Study on Community Characteristics and Soil Properties of Typical Vegetations in Chaohu Hill Region

WANG Xiao-long¹, CHANG Long-fei², LI Heng-peng¹, ZHANG Qi¹

(1 *State Key Laboratory of Lake Science and Environment, Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China;* 2 *College of Resources and Environment, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China*)

Abstract: Community characteristics and soil properties of 5 typical vegetations (i.e. abandoned field, shrubbery, artificial pinus massoninana forest, grass land and secondary pinus massoninana forest) in Chaohu hill region were systematically investigated. The results showed plant species of abandoned field was maximal, followed by artificial pinus massoninana forest and shrubbery, and grassland was the lowest with the average value of 4. Grass land presented the highest total coverage (95%), then followed by secondary pinus massoninana forest, shrubbery and artificial pinus massoninana forest. The highest species diversity index and community evenness index occurred in abandoned field, followed by shrubbery and the last was grass land. Nutrient contents in surface soil of abandoned field were significantly higher than these of others. TOC, TN, TP and AN in surface soil of secondary pinus massoninana forest were higher than these of shrubbery and grass land, which indicated the accumulative process of soil nutrients with the evolution of vegetation. Furthermore, significant positive correlations were identified between species diversity index, community evenness index and soil nutrients, which suggested the vegetation evolution was at successive developing-stage.

Key words: Chao lake, Hilly area, Vegetation community, Soil quality