

DOI:10.7524/j.issn.0254-6108.2013.09.005

大金山岛土壤有机质与全氮的空间分布及其相关性*

程芳^{1,2} 程金平^{1**} 于金莲² 席磊¹ 赵文昌¹ 余朝毅¹

(1. 上海交通大学环境科学与工程学院, 上海, 200240; 2. 上海师范大学生命与环境科学学院, 上海, 200234)

摘要 为探究大金山岛土壤有机质和全氮的季度性变化、空间变化特征及其相关性,分4个季节共采集146个土壤样品.结果显示,大金山岛土壤有机质较为丰富,含氮量较高,其全年均值分别高达9.04%、4.52 g·kg⁻¹,与2002年所测数据相比较,有机质含量(9.01%)几乎未变,全氮含量(6.89 g·kg⁻¹)有所降低;变异系数在33.9%—49.7%之间,属于中等变异程度;季度性差异较为明显,夏季低,冬、春两季高;北坡(阴面) > 南坡(阳面).大金山岛土壤中有机质和全氮的分布呈现偏正态分布;有机质与全氮之间呈显著的正相关(0.01水平),Pearson系数为0.778. C/N的比值接近25,有机质含量和全氮含量均富足.

关键词 大金山岛, 全氮, 有机质, 空间分布特征, 相关性.

1991年10月,上海市人民政府批准金山三岛及其邻近海域为“市级海洋生态自然保护区”,成为上海市第一个自然保护区.大金山岛是该保护区的核心区,位于北纬30°41'42",东经121°24'25",即杭州湾湾口北缘,金山嘴之南,与大陆金山石化总厂隔水相望,距北岸陆地最近点金山嘴为6.6 km;地处中亚热带北缘,是东亚季风的盛行地区,受东亚季风以及太平洋暖湿气团的影响,四季变化明显,降水充沛,四周被水域包围,属海洋性气候^[1].

近年来,土壤养分空间变异性研究成为土壤科学研究领域的最前沿热点之一^[2],而土壤有机质是植物必需营养元素的主要来源,具有供肥、保肥和缓冲等功效,是土壤养分的重要指标,而且还会影响土壤理化性质改变及其退化进程^[3-6].近年来,朱春玲^[7]、杨永川^[8]等在大金山岛植被群落的分布方面做了一些研究,但是目前国内关于大金山岛土壤理化性质的系统化数据比较匮乏.

为了深入了解金山三岛土壤环境特征,开展了关于大金山岛土壤有机质以及全氮的研究.通过对大金山岛土壤连续4个季度的样品采集以及分析,讨论了土壤有机质和全氮的季节性差异以及两者在全岛的空间分布特征,并深入研究了有机质与全氮之间的相关性以及C/N比,期望能为金山三岛海洋自然保护区科学合理的管理和未来保护方向提供依据.

1 材料与方法

1.1 土壤样品的采集

利用GPS定位技术,采用网格法,对大金山岛陆域进行划分,采集表层0—20 cm的土壤样品.在每个单元格里按照“随机”、“等量”和“多样混合”的方法^[9],采集4—5个土壤样品,取混合样品,充分混匀后采用四分法取土1 kg.人工剔除根须、石块等杂物,风干粉碎过0.25 mm的筛子,置于磨口玻璃瓶子中保存.采集2011年8月至2012年6月4个季节的土壤样品分别为:春季30个;夏季41个(南坡和北坡分别为25个和16个);秋季52个(南北坡分别为27个和25个);冬季23个样品;总计146个土壤样品.

1.2 测定方法

有机质的测量,参照国标GB9834-88,重铬酸钾容量法-稀释热法;全氮的测量,采用凯氏蒸馏法^[10].标准差、峰度系数、偏度系数及分布特征用SPSS17.0统计分析软件进行分析.

2012年8月6日收稿.

* 上海市海洋管理事务中心项目(2011)资助.

** 通讯联系人, E-mail: jpcheng@sjtu.edu.cn

2 结果与讨论

2.1 有机质、全氮的浓度水平及季节变化特征

2.1.1 有机质和全氮的浓度水平

表 1 为大金山岛土壤有机质和全氮的浓度水平测量值以及分布统计特征值,包括最小值、最大值和平均值以及变异系数、偏度系数、峰度系数等.从表 1 中可以看出,大金山岛土壤有机质含量较为丰富,其含量范围在 2.02%—22.63%,4 个季度平均值为 9.04%,高于我国第二次土壤普查土壤养分分级标准^[11]中规定的 1 级标准(>4%).与 2002 年 9.01% 相比变化不是很大;明显高于崇明三岛土壤有机质均值 $1.90\% \pm 0.93\%$ ^[12] 和金山区土壤有机质均值 $3.31\% \pm 0.90\%$ ^[13].全氮含量范围在 1.06—11.67 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$,均值是 4.52 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$,比 2002 年所测数据 6.89 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 略有降低,但是比相同区域其他土壤含量偏高.这是由于大金山岛植被覆盖率比较高,生产力很高,大量的凋落物输入土壤形成一层特殊的腐殖质,因此有机质含量较高.富足的有机质可以保持肥力平稳而持久,不易造成植物的徒长和脱肥现象.另外,以腐殖质为主要形态存在的有机质,还有较强的吸附性能和较高的阳离子代换能力,使大金山岛土壤对重金属有明显的吸附和转移能力,缓解重金属大量入侵对该岛造成的污染和危害^[14].

表 1 土壤属性参数的统计特征值

Table 1 The value of the statistical characteristics of soil property parameters

项目	季节	样本数	最小值	最大值	中值	平均值	标准差	变异系数/%	偏度系数	峰度系数
有机质/%	春季	30	4.41	22.63	9.11	10.6 ± 0.86	4.61	43.5	0.434	0.845
	夏季	41	2.02	14.70	6.90	7.25 ± 0.56	3.50	48.4	0.374	0.733
	秋季	52	3.30	15.90	8.10	8.47 ± 0.40	2.87	33.9	0.333	0.656
	冬季	23	4.55	19.70	8.80	9.83 ± 0.91	4.26	43.3	0.491	0.953
全氮/($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	春季	30	1.63	11.67	4.47	5.17 ± 0.48	2.57	49.7	0.434	0.845
	夏季	41	1.28	7.32	3.63	3.81 ± 0.24	1.52	39.9	0.374	0.733
	秋季	52	1.06	8.68	4.37	4.44 ± 0.22	1.54	34.7	0.333	0.656
	冬季	23	2.17	8.41	4.50	4.78 ± 0.37	1.76	36.8	0.491	0.953

2.1.2 有机质和全氮的季节分布特征

图 1 为大金山岛土壤有机质及全氮的季节变化曲线图.从图 1 中可以看出,四季土壤有机质变化较大,其中冬、春季节比夏季高 25%—46%.一方面可能是夏季温度高、湿度大,微生物活性强,导致有机质分解较快,分解程度较高,因而夏季的有机质含量比例较小;另一方面秋冬两季土壤表层枯叶等凋落物比较多,因此形成的腐殖质较多,有机质含量较高.

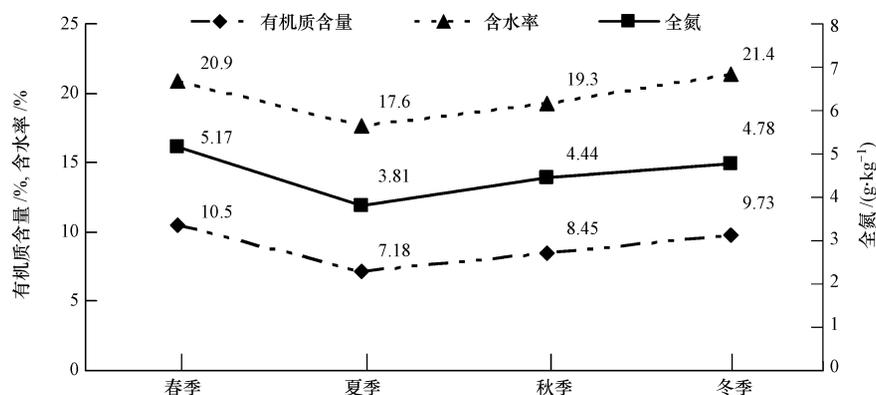


图 1 大金山岛土壤含水率及有机质季节变化特征

Fig. 1 The seasonal variation of island soil moisture and organic matter in Big Jinshan Island

土壤有机质与土壤含水率和全氮的季节变化趋势几乎完全一致,这是因为土壤的湿润程度是影响

土壤有机质含量的因素之一,特别湿润的土壤中有有机质的分解受到抑制,导致有机质的存留更长,有机质含量较高,全氮也就较高。

2.2 有机质和全氮空间变异性特征

根据表 2 数据显示,大金山岛南、北坡有机质含量差异性显示,北坡土壤有机质含量平均值均高于南坡,其原因主要与大金山岛的地形和人为因素影响有关。南坡是阳面,相较于阴面的北坡,土壤含水率较小,植被生长发育没有北坡浓密,土壤枯落物及其腐殖质较少;再者,南坡已经在一定程度上有所开发,采集的区域大多集中在道路两旁,植被繁殖不是很茂盛,因此南坡土壤有机质相较北坡来说较小。

表 2 大金山岛四季南、北坡土壤有机质含量水平

Table 2 The level of soil organic matter content from the south and the north slope of Big Jinshan Island in the four seasons

项目	春季	夏季	秋季	冬季
南坡/%	9.12	5.71	7.34	8.61
北坡/%	11.34	9.49	9.64	10.96

受气候地形生物等多方面因素的影响,土壤分布会沿水平方向和垂直方向呈现一定的递变特性,而土壤有机质含量也存在显著的空间变异性。从表 1 可以看出,偏度系数 >0 、峰度系数 >0 ,再通过 SPSS 软件作图,以样本的分位数作为横坐标,按照正态分布计算的相应分位点作为纵坐标,把样本表现为指数坐标系的散点,发现样本点几乎呈一条围绕第一象限对角线的直线,因此,土壤有机质和全氮服从正态分布,个别季度偏正态分布。

大金山岛有机质和全氮的变异系数在 33.9%—49.7%。变异系数可以粗略地估计变量的变异程度,按照变异系数的划分等级:弱变异性 ($CV < 0.1$);中等变异性 ($CV = 0.1—1.0$);强变异性 ($CV > 1.0$)^[15]。大金山岛土壤有机质和全氮的变异系数属于中等变异强度。表明土壤有机质对采集地点的坡向、坡位、覆盖植被等因子具有一定程度的敏感性,同时也体现了研究区有机质含量的空间变异性。

2.3 土壤有机质与全氮的相关性

一般来说,土壤中有有机质含量与全氮含量呈显著线性相关。虽然各个季节土壤有机质和总氮含量不尽相同,但是两者之间的相关性与具体某一数值没有关系,某一季度的相关性带有偶然和特殊性。本研究利用 146 个土壤样品的测定结果,分析有机质和全氮两者之间的相关性。为了准确描述有机质含量与全氮含量的相关关系,对二者进行了线性回归分析,结果见图 2。

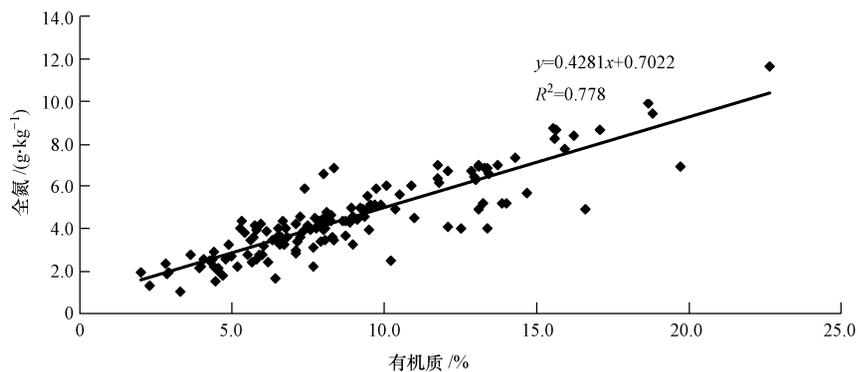


图 2 大金山岛土壤有机质与全氮之间的相关性

Fig. 2 The correlation between soil organic matter and total nitrogen in Big Jinshan Island

从图 2 可以看出,土壤有机质与全氮之间的相关性系数为 0.778,呈显著的线性相关。这说明大金山岛土壤有机质和全氮含量存在一定协同关系,有机质丰富的区域,全氮含量也较高。同时,也间接说明大金山岛被保护尚好,土壤环境受人为因素影响较小,土壤结构没有本质性改变。

2.4 土壤 C/N

C/N 是指土壤有机质中的有机碳和全氮含量之比,其大小反映了微生物对土壤有机质的分解转化能力。一般而言,土壤的 $C/N < 25$ 时,反映该土壤的有机质常易转化,而且还可以为土壤提供富余氮素;

但当 $C/N > 25$ 时,微生物的分解作用就慢,有机质较难转化,而且微生物要消耗土壤中的有效态氮素,易出现微生物与植物的争氮现象,但却有利于土壤有机质的积累^[16]。通过测定 146 个土壤样品的有机碳和含氮量的结果,当样品中有机碳含量为 $60.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,含氮量为 $2.48 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时, C/N 比最大,为 24.4;当样品有机碳含量为 $90.2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,全氮量为 $8.76 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时, C/N 比最小为 10.3。可见大金山岛 C/N 在 10.3—24.4,略小于分界点 25,因此土壤氮素和有机质均很富余,不易出现贫瘠化。枯落物本身的 C/N 比较大(60—100)。如果土壤中积累有较多的枯落物,自然会导致 C/N 提高,减少有机质的分解,逐渐增加土壤有机质的含量,改善土壤质量。这样不但可以保蓄水土,还能通过提高有机质含量,改善土壤的理化性质,有双重生态作用。

3 结论

大金山岛土壤有机质和全氮含量较高,养分充足,土壤肥沃。自 2002 年至今,有机质含量变化不是很大,其均值(9.04%)远远高于一般土壤含量;全氮含量均值($4.52 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)比起 10 年前虽有所下降,但是比其相同区域全氮含量偏高。由于岛上大面积的植被覆盖,因此 C/N 较高,土壤一般不会出现贫瘠化。由于岛上无人居住,因此土壤结构受人为因素影响较小,两者之间呈显著相关性,有机质丰富的区域,全氮含量也较高。土壤有机质和全氮含量也存在显著的空间变异性,从变异系数(33.9%—49.7%)数值来看,属于中等强度变异;通过 SPSS 软件分析,土壤有机质和全氮含量基本呈正态分布。另外,两者之间呈显著的线性相关,其相关性系数为 0.778。土壤有机质和全氮的空间分布对采集地点的坡向、坡位、覆盖植被等因子具有一定程度的敏感性,同时也体现了研究区域有机质含量的空间变异性。

参 考 文 献

- [1] 张松龄. 上海的绿色明珠——上海金山岛海洋自然保护区[A]. 自然科学博物馆与环境国际学术讨论会论文集, 1993
- [2] Alemi M H. Kriging and univariate modelin of a spatial correlated date[J]. Soil Technology, 1988,1(2):133-147
- [3] 尹云峰,蔡祖聪,钦绳武. 长期施肥条件下潮土不同组分有机质动态研究[J]. 应用生态学报,2005,16(5):875-878
- [4] 蒋勇军,袁道先,谢世友,等. 典型岩溶流域土壤有机质空间变异——以云南小江流域为例[J]. 生态学报,2007,27(5):2040-2047
- [5] Kirkham M B. Cadmium in plants on polluted soils: Effects of soil factors, hyperaccumulation, and amendments[J]. Geoderma, 2006, 137(1/2):19-32
- [6] 焦文涛,蒋新,余贵芬,等. 土壤有机质对镉在土壤中吸附-解吸行为的影响[J]. 环境化学,2005,24(5):545-549
- [7] 朱春玲,韩玉洁,谢锦忠,等. 上海大金山岛森林群落调查与特征分析[J]. 林业科技开发,2008,22(6):57-59
- [8] 杨永川,达良俊,秦祥堃. 上海大金山种子植被区系的研究[J]. 武汉植物学研究 2002,20(6):433-437
- [9] 余雕,朱盼盼,李浩宏,等. 黄土高原 3 种灌木林地土壤有机质及氮素空间分布特征[J]. 西北农林科技大学学报,2011,39(1): 76-88
- [10] 陈彦,吕新. 基于 GIS 和地统计学的土壤养分空间变异特征研究——以新疆农七师 125 团为例[J]. 中国农学通报,2005,21(7): 389-391
- [11] 姚春霞,陈振楼,许世远. 上海市郊旱作农田土壤养分资源状况[J]. 水土保持学报,2007,21(1):131-134
- [12] 宋云,李德志,李红,等. 崇明三岛土壤有机质和全氮的空间分布特征及影响因素分析[J]. 河南农业大学学报,2009,43(2): 204-209
- [13] 黄玲娟,陆国云,陆钧平,等. 金山区土壤主要养分含量现状及变化规律探讨[J]. 上海农业科技,2010(1):28-30
- [14] 孙花,谭长银,黄道友等. 土壤有机质对土壤重金属积累有效性及形态的影响[J]. 湖南师范大学自然科学学报,2011,34(4): 82-87
- [15] 张萍,黄永文,杨杨,等. 宜昌地区土壤有机质的空间分布及演变特征[J]. 湖北农业科学,2012,51(3):462-465
- [16] 余雕,朱盼盼,李浩宏等. 黄土高原 3 种灌木林地土壤有机质及氮素的空间分布特征[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2011,39(1):76-82

Spatial distribution of soil organic matter and total nitrogen in Big Jinshan Island and their correlation

CHENG Fang^{1,2} CHENG Jinping^{1*} YU Jinlian² XI Lei¹ ZHAO Wenchang¹ YU Zhaoyi¹

(1. School of Environmental Science and Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai, 200240, China;

2. College of Life and Environmental Sciences, Shanghai Normal University, Shanghai, 200234, China)

ABSTRACT

In order to explore the characteristics of the seasonal variation, spatial distribution and correlation of SOM and TN in Big Jinshan Island soil, samples from 146 sites in topsoil were collected during August in 2011 to August in 2012 and analyzed. The results showed that the contents of SOM (9.04%) were relatively high in general, virtually unchanged from the data of 2002 (9.01%). The contents of TN ($4.55 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) were lower than in 2002 ($6.89 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$). The coefficients of variation (CV) of SOM and TN were 33.9%—49.7%. Seasonal difference was more obvious, and was the lowest in summer, and highest in winter and spring; SOM and TN contents in the samples from the north slope were higher than south slope. The organic matter and TN in surface soil showed a normal distribution, the correlation between them was remarkably positive ($R = 0.778$, $P < 0.01$). The ratio of C/N was close to 25, indicating rich organic matter and nitrogen.

Keywords: Big Jinshan Island, organic matter, nitrogen, spatial variability, the correlation.

沃特世全新网络版 Oasis 方法开发工具, 简化样品制备开发流程

沃特世公司发布了全新网络版 Oasis[®] 方法开发工具, 该工具专为帮助客户缩短样品制备方法开发的时间而设计, 是沃特世 Simple Prep[™] 活动的一部分。

Oasis 方法开发工具可以根据客户样品需求推荐优化的固相萃取 (SPE) 方案, 为液相色谱和质谱应用开发出具有高回收率的可靠方法。

Oasis 是目前使用最为广泛的 SPE 样品制备产品, 可用于包括生物分析、临床、食品和 환경在内的多个领域。全新 Oasis 方法开发工具是沃特世公司与 Oasis 客户合作开发的产品, 简化了 SPE 方法的开发流程。全新的 Oasis 工具同时具备基础和高级功能。微量样品方法开发工具 (Micro Sample Volume Tool) 可以为 25 至 300 μL 体积的样品优化选择合适的吸附剂和方案, 省去了蒸发和复溶步骤, 可使目标化合物浓缩最多达 15 倍。而最大选择性方法开发工具 (Maximum Selectivity Tool) 则能为复杂基质中的样品完全纯化推荐离子交换和反相方法。通用方法开发工具 (General Purpose Tool) 是对大批量化合物和分子进行筛查的理想选择。