

袁知洋, 邓邦良, 李 志, 等. 武功山草甸土壤碱解氮含量分布影响因素研究[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(5): 318–320.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.05.104

# 武功山草甸土壤碱解氮含量分布影响因素研究

袁知洋, 邓邦良, 李 志, 郭晓敏, 张文元

(江西农业大学园林与艺术学院, 江西南昌 330045)

**摘要:**为了研究海拔的变化与草甸退化程度对武功山草甸土壤碱解氮的影响, 了解武功山草甸土壤碱解氮的分布情况, 以武功山核心景区金顶 1 600 ~ 1 900 m 之间的不同海拔与不同退化程度草甸土壤为研究对象, 对其 A (0 ~ 20 cm)、B (20 ~ 40 cm) 2 层土壤碱解氮进行测定, 分析武功山碱解氮空间分布特征。研究结果表明, 武功山草甸 A、B 2 层土壤碱解氮含量在同一海拔有明显的垂直空间分布特征, 下层土壤碱解氮含量明显小于上层土壤, 在重度退化的情况下这一特征表现不显著; 海拔的变化对武功山草甸土壤碱解氮含量的影响不显著, 海拔 1 750 m 左右上下层碱解氮含量均最多; 草甸的退化程度对武功山草甸碱解氮含量的影响也不显著, 说明武功山退化草甸土壤的供氮水平无较大缺失, 在生态修复工作中利用氮肥或其他肥料调节土壤肥力需要谨慎合理。

**关键词:**武功山草甸; 海拔; 退化强度; 碱解氮; 空间分布

**中图分类号:** S158.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)05-0318-03

江西武功山山地草甸以其面积广和分布基准海拔低的特点在华东地区植被垂直带谱中具有典型性和特殊性, 是气候变化的重要指示植被类型。山地草甸在山岳型旅游景点的要素构成中是难得的景观类型, 武功山是一个国家级旅游风景区, 人为践踏等破坏因素造成植被死亡, 土壤裸露且蓄水能力降低, 养分循环受阻。氮素是作物生长所必需的营养元素, 土壤中氮素的丰缺及供给状况直接影响作物的生长发育。碱解氮也称土壤水解性氮或土壤有效氮, 包括无机态氮(铵态氮、硝态氮)和结构简单能为作物直接吸收利用的有机态氮(氨基酸、酰胺和易水解蛋白质), 可短期内供作物吸收利用, 故又称速效氮。土壤碱解氮是衡量氮素水平高低的一个重要指标, 能够较灵敏地反映土壤氮素动态变化和供氮水平<sup>[1]</sup>。孙朋等通过对丘陵海拔变化和采矿活动对沿江丘陵区获港镇土壤碱解氮含量影响的研究, 发现随海拔的升高土壤碱解氮含量降低, 并且不同土地利用方式下土壤碱解氮含量存在很大的差异<sup>[2]</sup>。张振明等分析了不同植被类型下土壤碱解氮空间变异性并预测碱解氮含量, 结果发现植被类型和海拔对土壤碱解氮含量都有一定的影响<sup>[3]</sup>。土壤碱解氮的含量随土层的加深含量减少<sup>[2-8]</sup>。杨长青等对川西低山丘陵区不同植被恢复模式对土壤氮素含量的影响研究表明, 植被恢复可以提高碱解氮的含量<sup>[9]</sup>。

本研究以武功山不同海拔及不同退化程度山地草甸土壤为研究对象, 详细分析了海拔高度及草甸退化程度对土壤碱解氮的影响, 阐明了不同土层深度土壤碱解氮的空间分布格局, 为改良我国南方地区山地草甸土壤养分状况、合理开展草

甸生态系统保育工作提供科技支撑和理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 武功山草甸概况

江西武功山位于罗霄山脉北段, 为赣江水系和湘江水系的分水岭。武功山岩石主要由花岗岩和片麻岩构成。主峰白鹤峰(金顶)海拔 1 918.3 m。武功山所处地理位置(27°30'N, 114°10'E)和其南北走向的山脉分布, 在我国华东植被区划中具有重要地位。山体垂直, 海拔较高, 且山势陡峻, 导致气候、土壤、植被的垂直地带性分布差异明显, 尤其是主峰周边大面积分布的山地草甸更使之成为难得的植被垂直地带性的天然博物馆。而在江西境内, 除武夷山外, 其他山体(庐山、井冈山等)均不具典型的山地草甸植被类型。

试验区位于武功山金顶风景区(27°26'N, 114°07'E), 海拔 1 600 ~ 1 900 m 之间, 土壤是山地草甸土, 由于枯枝落叶丰富以及积水、低温等因素, 有机物腐烂分解缓慢, 土层浅薄、色泽黝黑、干后成块。在天然草地上, 主要有禾本科的野古草(*Arudinella hirta* Tanaka)、芒类(*Miscanthus* spp.)、冬茅(*Imperata* spp.)等, 还有少量蓼科(Polygonaceae)、蔷薇科(Rosaceae)、唇形科(Lamiaceae)和十字花科(Brassicaceae)植物。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 取样设计** 金顶主峰统一坡向采取土样, 1 600 ~ 1 900 m 范围内每隔 50 m 海拔间距设置 1 个梯度, 共 7 个梯度; 每个梯度设置未退化草甸样地处理(CK)和退化草甸样地处理(轻度); 1 800 ~ 1 900 m 范围内, 每个梯度再设置退化草甸样地处理(重度、中度), 各处理样地设置 3 次重复, 每个样地水平投影大小为 10 m × 10 m = 100 m<sup>2</sup>。对所取样品进行土壤理化性质分析。

根据草地的盖度实际情况, 分为重度退化(植被总盖度 ≤ 30%)、中度退化(30% < 植被总盖度 ≤ 60%)、轻度退化(60% < 植被总盖度 ≤ 90%)、无退化(90% < 植被总盖度 ≤ 100%) 4 个退化梯度。

收稿日期: 2014-06-11

基金项目: 国家科技支撑计划(编号 2012BAC11B00)。

作者简介: 袁知洋(1988—), 男, 湖北黄石人, 硕士研究生, 主要从事植被恢复及土壤生态研究。E-mail: yzyxau@163.com。

通信作者: 张文元, 博士, 讲师, 主要从事森林培育理论和技术、油茶养分管理方面的教学与研究。Tel: (0791) 83813243; E-mail: zwy15@126.com。

1.2.2 土壤碱解氮的测定方法

1.2.2.1 碱解扩散法 参照李金彦的土壤水解性氮的测定方法<sup>[10]</sup>。

1.2.2.2 数据处理 应用 DPS 7.05 分析处理数据。

2 结果与分析

2.1 不同海拔高度下土壤碱解氮含量变化

海拔高度与土层深度是影响碱解氮含量变化的重要因素之一。张振明等在丘陵地带研究表明碱解氮含量随海拔高度的增加而减少,随土壤深度的增加含量也减少<sup>[6]</sup>。

从图 1 可以看出,土层 A(0~20 m)、B(20~40 m)碱解氮的含量明显上层土高于下层土。而碱解氮的含量随海拔高度的增加呈明显的线性变化趋势,可以看出同一海拔上层土碱解氮的含量总大于下层土碱解氮含量,整体碱解氮的含量随海拔高度的变化呈波浪式变化,峰值在海拔 1 750 m 左右。

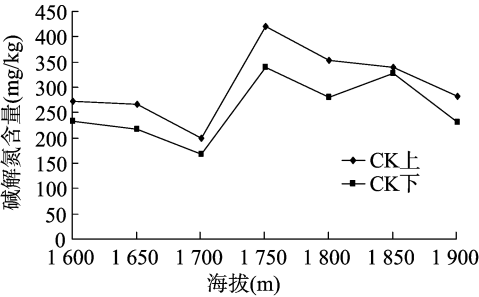


图1 不同海拔下上、下土层碱解氮随海拔高度的变化 (CK)

对 0~20 cm 土层碱解氮含量 (表 1) 进行方差分析 (表 2) 可知,海拔的变化对武功山上层土壤碱解氮含量的变化影响不显著 ( $P=0.076\ 4>0.05$ );对 20~40 cm 土壤层碱解氮含量 (表 3) 进行方差分析 (表 4) 可知,海拔的变化对武功山下层土壤碱解氮含量的变化影响不显著 ( $P=0.124\ 8>0.05$ )。说明武功山海拔变化对碱解氮含量的影响很小,与其他学者的研究结果有明显差异,可能与武功山高海拔、独特的气候及样品采集的时间有关,武功山雨水充足,地上植被丰富,土层厚度相对别的高山更厚,而其他学者研究的都在海拔 1 000 m 以下。

表 1 不同海拔下 0~20 cm 土壤层土壤碱解氮含量情况 (CK)

海拔高度 (m)	碱解氮含量 (mg/kg)			
	重复 1	重复 2	重复 3	平均
1 600	294.04	254.35	270.88	273.09
1 650	203.80	251.04	344.31	266.38
1 700	239.80	154.79	201.10	198.56
1 750	347.29	592.38	320.17	419.95
1 800	295.69	348.61	415.09	353.13
1 850	323.58	330.88	362.34	338.93
1 900	236.49	233.18	377.06	282.24

3.2 不同草地退化程度对土壤碱解氮含量变化的影响

草地退化是指在不利因素影响下,草地生态功能减退、生产能力下降、经济价值降低的过程。随着武功山旅游开发的不断发展,游客不断增多,导致武功山草甸出现不同程度的退化,相应地上植被减少最后会导致土壤沙化,直接影响土壤碱解氮的含量。曹丽花等对退化高寒草甸土壤碱解氮分布特征

表 2 对未退化不同海拔下 0~20 cm 土壤层土壤碱解氮含量方差分析

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
区组间	8 995.513 6	2	4 497.756 8	0.748 0	0.493 9
处理间	93 107.342 6	6	15 517.890 4	2.582 0	0.076 4
误差	72 112.803 1	12	6 009.400 3		
总变异	174 215.659 3	20			

表 3 不同海拔下 20~40 cm 土壤层土壤碱解氮含量情况 (CK)

海拔高度 (m)	碱解氮含量 (mg/kg)			
	重复 1	重复 2	重复 3	平均
1 600	270.88	194.81	232.85	232.85
1 650	202.09	208.04	243.77	217.97
1 700	180.62	140.57	183.24	168.14
1 750	242.77	537.80	237.86	339.48
1 800	248.06	315.87	277.83	280.59
1 850	322.02	320.23	338.51	326.92
1 900	228.22	201.76	261.29	230.42

表 4 对未退化不同海拔下 20~40 cm 土壤层土壤碱解氮含量方差分析

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
区组间	3 692.072 4	2	1 846.036 2	0.343 0	0.716 7
处理间	68 866.064 7	6	11 477.677 4	2.130 0	0.124 8
误差	64 664.584 8	12	5 388.715 4		
总变异	137 222.721 9	20			

及与土壤理化性质的关系研究表明,在自然因素和人为因素的双重作用下,草地退化导致植被覆盖度降低,引起表层土壤颗粒易受风、水侵蚀而减少,土壤颗粒变粗,地上及地下生物量降低,导致土壤碱解氮含量降低,随退化程度的加剧,土壤碱解氮呈递减状态<sup>[11]</sup>。

从图 2 可以看出在轻度退化土壤取样的样品中,1 750 m 海拔的上、下层土壤碱解氮含量都为最高,上、下层土壤碱解氮含量整体呈波浪式变化,与对照组 CK 基本类似。

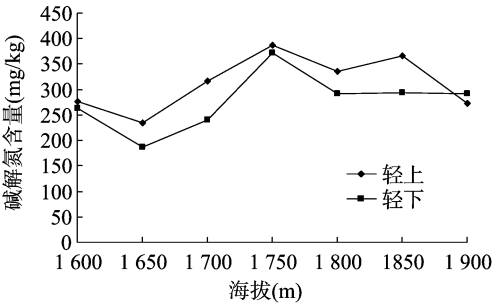


图2 各海拔轻度退化土样上层0~20 cm和下层20~40 cm 平均土壤碱解氮含量示意图

用 DPS 软件对不同退化程度草地土壤碱解氮含量 (表 5 至表 10) 进行方差分析,结果 (表 11、表 12) 表明,通过对 A 因素 (不同退化程度: CK、轻、中、重) 和 B 因素 (不同海拔: 1 800、1 850、1 900 m) 做 2 因素随机区组统计分析得出, A、B 因素差异都不显著。说明在 1 800~1 900 m 海拔 0~20 cm 与 20~40 cm 土层区间,不同退化程度对碱解氮影响不明显,原因可能是由于其退化的时间不长,只是前段时间游客过多的践踏和退化的草地并未受严重的风沙影响,草甸植被的根系相对发达,导致退化区域的土壤碱解氮含量并未随退化程度的变化而产生影响。

表 5 不同海拔下轻度退化草地 0 ~ 20 cm 土壤层土壤碱解氮含量

海拔高度 (m)	碱解氮含量 (mg/kg)			
	重复 1	重复 2	重复 3	平均
1 800	345.64	374.25	285.59	335.16
1 850	426.01	300.32	371.77	366.03
1 900	307.06	253.03	256.33	272.32

表 6 不同海拔下轻度退化草地 20 ~ 40 cm 土壤层土壤碱解氮含量

海拔高度 (m)	碱解氮含量 (mg/kg)			
	重复 1	重复 2	重复 3	平均
1 800	335.38	288.22	253.69	292.43
1 850	327.77	267.58	288.09	294.48
1 900	315.87	251.37	307.60	291.61

表 7 不同海拔下中度退化草地 0 ~ 20 cm 土壤层土壤碱解氮含量

海拔高度 (m)	碱解氮含量 (mg/kg)			
	重复 1	重复 2	重复 3	平均
1 800	479.22	467.83	253.49	400.18
1 850	322.48	429.64	278.49	343.54
1 900	274.53	438.25	433.29	382.02

表 8 不同海拔下中度退化草地 20 ~ 40 cm 土壤层土壤碱解氮含量

海拔高度 (m)	碱解氮含量 (mg/kg)			
	重复 1	重复 2	重复 3	平均
1 800	248.07	248.40	277.83	258.10
1 850	258.78	320.23	289.52	289.51
1 900	242.72	201.76	261.29	235.26

表 9 不同海拔下重度退化草地 0 ~ 20 cm 土壤层土壤碱解氮含量

海拔高度 (m)	碱解氮含量 (mg/kg)			
	重复 1	重复 2	重复 3	平均
1 800	437.96	312.50	223.57	324.68
1 850	318.85	245.09	271.55	278.50
1 900	243.10	262.95	380.36	295.47

表 10 不同海拔下重度退化草地 20 ~ 40 cm 土壤层土壤碱解氮含量

海拔高度 (m)	碱解氮含量 (mg/kg)			
	重复 1	重复 2	重复 3	平均
1 800	315.79	250.05	170.58	245.47
1 850	276.18	303.63	274.86	284.89
1 900	482.89	218.30	327.44	342.88

表 11 对不同退化不同海拔下 0 ~ 20 cm 土壤层土壤碱解氮含量方差分析

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
区组间	505.8717	2	252.935 9	0.041 6	0.959 3
A 因素间	27 259.31	3	9 086.436	3.005 1	0.116 6
B 因素间	12 332.13	2	6 166.064	2.039 3	0.211 0
A × B	18 141.81	6	3 023.634	0.4977	0.803 2
误差	133 647.8	22	6 074.899		
总变异	191 886.9	35			

4 结论与讨论

4.1 结论

通过对武功山海拔高度和退化程度对土壤碱解氮含量影响的研究,结果表明:(1)武功山 A(0 ~ 20 cm)、B(20 ~

表 12 对不同退化不同海拔下 20 ~ 40 cm 土壤层土壤碱解氮含量方差分析

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
区组间	7 395.923	2	3 697.962	1.468 8	0.251 9
A 因素间	5 818.009	3	1 939.336	0.433 1	0.737 1
B 因素间	5 978.033	2	2 989.017	0.667 6	0.547 3
A × B	26 865.17	6	4 477.528	1.778 5	0.150 2
误差	55 387.12	22	2 517.597		
总变异	101 444.3	35			

40 cm) 2 层土壤碱解氮含量在同一海拔有明显的垂直空间分布特征;下层土壤碱解氮含量明显小于上层土壤,在重度退化的情况下这一特征表现不显著。(2)海拔高度的变化对武功山草甸土壤碱解氮含量的影响不显著,海拔 1 750 m 左右上下层碱解氮含量都最多。(3)草甸的退化强度对武功山草甸碱解氮含量的影响也不显著;说明武功山退化草甸的土壤的供氮水平受到的影响较小,对其进行修复并不需要通过施加氮肥等肥料来增加其碱解氮的含量。

4.2 讨论

本研究主要针对海拔高度与退化强度对土壤碱解氮的影响,结果表明,武功山海拔高度变化对其碱解氮含量的影响不显著,草甸退化程度对其碱解氮含量的影响也不显著。而前人对碱解氮的研究表明,随海拔的升高,土壤碱解氮含量有降低趋势,植被恢复对土壤碱解氮含量都有一定的影响<sup>[1,6,8]</sup>,本研究结果与之有明显不同,原因可能与前人研究的丘陵地带海拔高度较低以及与植被类型有关。对山地草甸土壤碱解氮含量影响的因素还有施肥、植被类型、降雨量等,在未来的调查里可以对这些因素展开更深入的研究,以更好地了解山地草甸土壤碱解氮的分布状况。

参考文献:

[1] 罗 华,杨 洪. 浅谈对碱解氮的认识[J]. 石河子科技,1999 (2):42 - 44.

[2] 孙 朋,王 杰,王合领,等. 沿江丘陵区海拔高度与采矿活动对土壤碱解氮含量的影响[J]. 安徽农业科学,2011,39(33): 20449 - 20450,20552.

[3] 张振明,余新晓,徐 娟,等. 不同植被类型土壤碱解氮空间变异性及预测[J]. 北京林业大学学报,2009,31(5):12 - 18.

[4] 刘吉平,刘佳鑫,于 洋,等. 不同采样尺度下土壤碱解氮空间变异性研究[J]. 水土保持研究,2012,19(2):106 - 115.

[5] 施春健,庄秋丽,李 琪,等. 东北地区不同纬度农田土壤碱解氮的剖面分布[J]. 生态学杂志,2007,26(4):501 - 504.

[6] 李永富,邓小华,邹 凯,等. 湖南邵阳烟区耕层土壤碱解氮含量分布及变化趋势[J]. 北京农学院学报,2013,28(4):22 - 25.

[7] 张振明,宋思铭,吴海龙,等. 森林土壤碱解氮和全磷空间分布规律[J]. 东北林业大学学报,2011,39(5):77 - 80.

[8] 张绪美,郭宗祥,左其东,等. 太仓市耕层土壤碱解氮空间变异分析[J]. 安徽农业科学,2013,41(19):8156 - 8157.

[9] 杨长青,梁 漫. 川西低山丘陵区不同植被恢复模式对土壤氮素含量的影响[J]. 四川林勘设计,2012(4):6 - 11.

[10] 李金彦. 土壤水解性氮的测定[J]. 农业科技与信息,2010(10):1 - 2.

[11] 曹丽花,刘合满,赵世伟. 当雄退化草甸土壤有机碳分布特征及其与土壤主要养分的关系[J]. 中国农学通报,2011,27(24):69 - 73.