

长白山区沟谷湿地乌拉苔草沼泽土壤环境效应

徐惠风^{1,2}, 刘兴土², 金研铭¹

(1.吉林农业大学农学院, 吉林 长春 130118; 2.中国科学院东北地理与农业生态研究所, 吉林 长春 130012)

摘要:采用现场采样及室内培养分析的方法研究了长白山区沟谷乌拉苔草沼泽湿地土壤的环境效应。结果表明,土壤表层微生物量最高,随着土壤剖面的加深而逐渐减少;长白山区沟谷乌拉苔草沼泽湿地土壤比三江平原乌拉苔草沼泽湿地土壤有机质分解、土壤腐殖质合成及土壤养分的转化能力强。土壤磷酸酶在春季对金属元素影响较大,在夏季对非金属元素影响较大;在乌拉苔草衰老过程中土壤脲酶主要影响土壤氮素和钙离子;乌拉苔草的地上部分枯萎之后主要影响土壤重金属元素。乌拉苔草湿地还具有防止土壤侵蚀的作用。

关键词:长白山区沟谷湿地; 乌拉苔草沼泽湿地; 土壤微生物量; 土壤酶活性; 环境效应

中图分类号:X833 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-2043(2005)04-0742-04

Soil Environmental Effects of *Carex. meyeriana* Mire in the Changbai Mountain Valley

XU Hui-feng¹, LIU Xing-tu², JIN Yan-ming¹

(1. College of Agronomy, Jilin Agriculture University, Changchun 130118, China; 2. Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130012, China)

Abstract: A wetland in Changbai Mountain valleys was selected to research its ecological and environmental effects through determining soil microbial biomass, soil enzyme activity and content of some soil elements. The microbial biomass of topsoil in Changbai Mountain valley was highest and decreased with soil depth, and in each soil layer was more than that in Sanjiang Plain. The capacity of soil organic matter decomposition, soil humus formation and nutrient transformation was stronger in Changbai Mountain valley than that in Sanjiang Plain. The activity and dynamics of soil enzyme resulted in obvious effects on the mire ecosystem of *Carex. Meyeriana*. Soil phosphatase influenced tantalum contents in the spring, but non-tantalum contents in autumn. Soil urease mainly influenced nitrogen and calcium cation during the senescence of *Carex. meyeriana*, and influenced heavy metal contents after the plant withering. The relation between soil enzyme activity and tantalum contents varied with season, and this needed to be studied further. *Carex. meyeriana* wetlands could reduce the runoff and prevent soil erosion because of its luxuriant vegetation, interlaced root and grass mound with deeper environment.

Keywords: Changbai Mountain valley wetlands; *Carex. meyeriana* mire; soil microbial biomass; soil enzyme activity; environmental effects

生态环境效应是目前生态界研究最广泛的课题,从元素的循环^[1]到微生物^[2-6]和土壤酶的活性的研究^[7]不断深入。环境效应一般可以分为自然环境效应和人为环境效应。土壤环境效应按其产生的机理还可分为土壤微生物环境效应、土壤酶活性环境效应及其他功

能因素的环境效应。湿地作为维持特定动植物群落的环境而具有特殊的环境效应。长白山自然保护区是欧亚大陆北半部最具有代表性的典型自然综合体,其沟谷湿地具有其自身的环境效应,该湿地的环境效应研究还未见报道。本研究主要以乌拉苔草沼泽湿地土壤的微生物和土壤酶活性来揭示长白山区沟谷湿地的自然环境效应,为进一步了解和揭示长白山沟谷湿地以及长白山的自然环境效应奠定一定的基础。

1 自然概况及研究方法

1.1 自然概况

收稿日期:2004-10-09

基金项目:松嫩平原湿地的保育模式试验示范(吉林省开发重点项目)和国家“十五”科技攻关专题(2001ba508b24)共同资助;吉林农业大学博士启动资金

作者简介:徐惠风(1965-),女,吉林双辽人,博士,副教授,主要从事植物生理生态、湿地生态环境与环境生物学的教学和研究。
E-mail:xhfzj@163.com

1.1.1 长白山区沟谷沼泽湿地

本研究区位于吉林省东部敦化市黄泥河大川,地处东经 127°28′至 129°13′,北纬 42°42′至 44°31′,海拔 523.7 m,属中温带湿润气候区。冬季严寒,夏季温暖,四季分明。年均气温 2.9℃,年平均相对湿度 69%,年平均 40 cm 地温 5.1℃。

本区乌拉苔草(*Carex meyeriana*)生态系统群落分布在平坦的沟谷中,毛果苔草(*Carex lasiocarpa*)群落两侧的坡麓地段,地面坡度 5°~7°。地表为季节性积水,雨季积水 2~5 cm。水的化学类型为 HCO₃⁻Mg·Ca 型,pH 值 6.0。群落的植物种类较多,有 18 科 29 种,以被子植物为主,蕨类植物和苔藓植物少。

1.1.2 三江平原沼泽湿地

三江平原区洪河农场,位于三江平原东北部,北纬 47°35′~48°27′56",东经 133°31′~135°05′26",海拔 55.4~56.6 m,地势从南向北倾斜,坡降在 1:5 000 左右,蝶型与线型洼地遍布,为浓江与别拦洪河河间地。该区属于大陆性季风气候,冬季严寒漫长,夏季温暖湿润,秋季雨多,年平均气温 1.9℃,大于或等于 10℃的年活动积温为 2 300℃,年降水量为 600 mm 左右,集中在 6 月—9 月,占全年降水的 70%,无霜期为 120~125 d。

观测样地设在洪河农场的中国科学院三江平原沼泽生态站试验场,该试验场内沼泽类型、植被类型和土壤类型均具有代表性,微地貌复杂,洼地常年积水。植被以乌拉苔草(*C. meyeriana*)、毛果苔草(*Carex lasiocarpa*)、漂筏苔草(*Carex pseudocuraica*)、狭叶甜茅(*Glyceria spiculosa*)等为主。沼泽湿地周围有小叶章(*Calamagrostis angustifolia*)等的分布,在地势稍高的地方,发育了蒙古栎(*Quercus mongolica*)、山杨(*Populus davidiana*)等为主的岛状林。土壤为草甸沼泽土和泥炭沼泽土。

1.2 研究方法

1.2.1 技术路线

2002 年 6 月—9 月在乌拉苔草沼泽湿地,挖 1 m×1 m×1 m 剖面,3 次重复,根据不同的土壤发育划分为 4 个层面:表土层(0~10 cm)、A 层(30~40 cm)、B 层(60~70 cm)、C 层(80~90 cm)。取土之后装入封口的塑料袋中,马上带回实验室培养。每层土样做 3 次重复(长白山沟谷和三江平原沼泽湿地取样一致)。

1.2.2.实验方法

土壤微生物(细菌、真菌、放线菌)数量测定采用平板稀释法^[8]。土壤酶活性采用文献[9]的测定方法。

2 结果与分析

2.1 土壤微生物的环境效应

土壤微生物对生态系统的物质循环及营养分配起重要作用。影响土壤微生物量的因素很多,主要有土壤母质、肥力水平、温度、湿度等。在特定的自然环境下,气候条件是影响土壤微生物量的一个重要因素,温带地区土壤微生物量一般比热带-亚热带地区高。土壤微生物量 C 与 N 是土壤 C 素和 N 素养分转化和循环研究中的重要参数,与土壤微生物量 P 和 S 相比,它们更直接反映土壤肥力状况,是土壤微生物中含量较为稳定的物质。土壤微生物是土壤 C 和 N 转化和循环的动力,土壤、土壤微生物和植物可视之为一个相互依赖的整体,三者之间存在养分的生化平衡过程,任一环节发生变化都将影响其他两个环节。土壤微生物参与土壤的物质循环和能量转化^[10]。

敦化乌拉苔草沼泽湿地土壤中微生物量的变化从表 1 可以看出,土壤微生物量表层最高,随着土壤剖面的加深而逐渐减少。三江平原洪河农场乌拉苔草沼泽湿地各层的土壤微生物量都比敦化沟谷乌拉苔草沼泽湿地土壤的微生物量小。与同纬度其他土壤相比,三江平原湿地土壤的微生物量并不高。说明长白山区沟谷乌拉苔草沼泽湿地土壤比三江平原乌拉苔草沼泽湿地土壤有机质分解、土壤腐殖质合成及土壤养分的转化能力强。

2.2 土壤酶活性的环境效应

沼泽湿地乌拉苔草生态系统中的土壤酶系,来源于植物根系及其残体、土壤动物及其残骸以及土壤微生物的分泌,其几乎参与土壤中的一切生物化学过程,包括凋落物及动物和微生物残体的水解和转化、土壤腐殖质的合成和分解,以及土壤有机、无机化合物的各种氧化还原反应等,这些过程关系到生态系统物质的归还和再利用。因而,土壤酶活性及其动态影响到该生态系统的环境效应。

2.2.1 土壤磷酸酶活性的环境效应

土壤酶活性在土壤的物质循环和能量转化过程

表 1 乌拉苔草沼泽湿地土壤剖面微生物量
(2003-06-4 敦化,2003-07-20 洪河)(mg·kg⁻¹)

Table 1 Microbial biomass in soil profiles in
Carex. meyeriana mire

地点	表土层	A 层	B 层	C 层
敦化	59501.1	26975.7	12436.87	7417.38
三江洪河	5402.553	7611.51	2312.335	

中起着重要的作用。土壤酶参与土壤的许多重要的生物化学和物质循环^[1], 有机物质和有机残体转化为腐殖质的初期, 是在土壤酶的作用下进行, 从而影响着土壤的演化进程和使土壤保持稳恒状态。

在对敦化乌拉苔草沼泽土壤酶测定分析了的基础上, 分析土壤酶与土壤元素的相关性。表 2 表明, 土壤磷酸酶和土壤中元素含量的相关性为: 与全氮在 7 月份呈显著的正相关, 在 8 月份呈极显著的正相关,

说明磷酸酶对氮素影响最大的季节在 7、8 月份; 与钠、全钙在 4 月份呈极显著的负相关, 在 5 月份呈显著的正相关, 说明磷酸酶对钠离子的影响在春季变化极其敏感和重要, 而在其他季节影响不大; 与锰在 4 月份呈极显著的正相关, 在 5 月份呈极显著的负相关。说明磷酸酶在春季对土壤中金属元素影响较大, 在夏季对非金属元素影响较大。

2.2.2 土壤脲酶活性的环境效应

表 2 乌拉苔草沼泽土壤磷酸酶与营养元素的相关性

Table 2 The correlations between soil phosphatase and nutrients in Carex. meyeriana mire

年/月	2003/4	2003/5	2002/6	2002/7	2002/8	2002/9
全磷	0.879	0.434	-0.916	0.409	0.715	-0.267
全氮	0.848	0.311	-0.768	0.959*	0.969**	0.195
全钾	-0.889	0.197	0.795	-0.825	-0.897	-0.477
全钠	-0.976**	0.949*	-0.840	-0.704	-0.708	-0.710
全钙	-0.976**	0.949*	0.345	0.186	0.328	-0.679
全镁	-0.709	-0.155	0.479	-0.808	-0.984**	-0.379
全铜	-0.501	-0.469	0.431	0.306	-0.275	0.180
全锌	0.0435	0.1795	-0.011	-0.873	-0.889	-0.164
全铁	-0.534	-0.169	0.192	-0.886	-0.764	-0.0079
总锰	0.967**	-0.948**	-0.764	0.0628	-0.159	0.459

注: $r_{0.05}=0.95$, $r_{0.01}=0.983$; ** r 极显著; * r 显著。

从表 3 可以看出, 土壤脲酶与全氮在 9 月份的时候呈显著的正相关, 说明土壤脲酶在乌拉苔草衰老的时候, 地上部分的养分转移到地下部分的时候对氮素起作用最大; 与全钙在 8 月份呈显著的正相关, 说明土壤的脲酶是在乌拉苔草地上部分衰老之后在土壤中对钙离子影响最大; 与全铜、全铁在 9 月份呈显著的负相关, 说明土壤脲酶在乌拉苔草地上部分枯萎之后对土壤中的重金属元素负相关较大。与其他元素含量在不同季节中的相关性不显著。

通过以上数据分析得知, 土壤酶的活性对土壤营养元素的含量有重要影响。此外, 土壤酶催化土壤中

的一切生物化学反应, 对土壤肥力有重要的影响。脲酶能分解有机物, 促其水解成氨和二氧化碳^[12]。

2.3 防止土壤侵蚀效应

乌拉苔草沼泽湿地植被茂密, 根系交错, 具有草丘分布, 草丘间常年积水或过湿, 因根系的固持作用和减小流速而具有防止土壤侵蚀的重要效应。该类湿地分布在长白山区的沟谷中, 地表还有一定坡度, 研究区的坡度为 $5^{\circ}\sim 7^{\circ}$, 一旦被垦为耕地, 将导致水土流失, 并使泥沙下泄, 河床抬高。三江平原富锦市因开垦山前台地上的沼泽, 形成了一条长 4 200 m, 深 5.5 m、宽 10 m 的侵蚀沟就是明显的例证。

表 3 乌拉苔草沼泽土壤脲酶与营养元素的相关性

Table 3 he correlations between soil urease and nutrients in Carex. meyeriana mire

年/月	2003/4	2003/5	2002/6	2002/7	2002/8	2002/9
全磷	0.324	0.833	0.268	-0.431	-0.213	0.866
全氮	0.451	0.774	0.523	0.447	0.313	0.980*
全钾	-0.445	-0.365	-0.447	-0.779	-0.449	-0.862
全钠	0.0041	0.628	-0.485	-0.319	0.0933	-0.579
全钙	0.0041	0.628	0.381	0.838	0.953*	0.385
全镁	-0.459	-0.554	-0.679	-0.066	-0.0657	-0.373
全铜	-0.865	-0.795	-0.679	-0.441	-0.889	-0.955*
全锌	0.283	-0.232	-0.924	-0.431	-0.606	-0.810
全铁	-0.032	-0.4578	-0.938	-0.307	-0.848	-0.978*
总锰	0.392	-0.861	0.404	0.810	-0.919	-0.792

注 $r_{0.05}=0.95$, $r_{0.01}=0.983$; ** r 极显著; * r 显著。

另外，乌拉苔草沼泽湿地在维持特定动植物群落、保护资源植物和珍稀濒危野生动植物的效应和其他类型沼泽一样，不另赘述。

3 结 论

- (1)长白山区沟谷乌拉苔草沼泽湿地土壤比三江平原乌拉苔草沼泽湿地土壤有机质分解、土壤腐殖质合成及土壤养分的转化能力强。
- (2)磷酸酶对土壤中元素的影响：在春季对金属元素影响较大，在夏季对非金属元素影响较大。其原因还有待于进一步研究。
- (3)土壤脲酶在乌拉苔草地上部分枯萎之后对土壤中的重金属元素负相关较大，和其他元素含量在不同季节中的相关性不显著。

参考文献：

[1] 高英志,汪诗平,韩兴国,等.退化草地恢复过程中土壤氮素状况以及
与植被地上绿色生物量形成关系的研究[J].植物生态学报,2004,
28(3):285-293.

[2] 腾 应,黄昌勇,龙 健,等.矿区侵蚀土壤的微生物活性及其群落

功能多样性的研究[J].水土保持学报,2003,17(1):115-118.

[3] 邵玉琴,朴顺姬,熬晓兰,宋国宝.内蒙古黄莆川流域不同生态环境
对土壤微生物类群数量的影响[J]. 农业环境科学学报 ,2004,23(3):
565-568.

[4] 龙 健,黄昌勇,腾 应,等.红壤矿区复垦土壤的微生物生态特征
及其稳定性回复研究.Ⅱ.对土壤微生物生态特征和群落结构的影响
[J].应用生态学报,2004,15(2):237-240.

[5] 李世清,任书杰,李生秀.土壤微生物体氮的季节性变化及其与土壤
水分和温度的关系[J].植物营养与肥料学报,2004,10(1):18-23.

[6] 刘满强,胡 锋,何园球,等.退化红壤不同植被恢复下土壤微生物
量季节动态及其指示意义[J]. 土壤学报 ,2003,40(6):927-944.

[7] 郑文教,王良睦,林 鹏.福建和溪亚热带雨林土壤酶活性的研究[J].
生态学杂志,1995,14(6):16-20.

[8] 中国科学院土壤研究所微生物室.土壤微生物研究法[M].北京:科学
出版社,1985.44.

[9] 关松荫.土壤酶及其研究方法[M].北京:农业出版社,1986.1-327.

[10] 陈兹峻, 李伟传.杉木幼林地土壤酶活性和土壤肥力[J]. 林业科学
研究,6(3):321-326.

[11] 张 萍.西双版纳次生林土壤微生物生态分布及其生化特性的研
究[J].生态学杂志,1995,14(1):21-26.

[12] 郑文教,王良睦,林 鹏.福建和溪亚热带雨林土壤酶活性的研究
[J].生态学杂志,1995,14(6):16-20.