

硒在大庆市龙凤湿地环境—植物系统中的分配特征

齐艳萍^{1,2}, 武瑞¹, 杨焕民¹

(1. 黑龙江八一农垦大学 动物科技学院, 黑龙江 大庆 163319; 2. 农业部 农产加工质量监督检验测试中心(大庆), 黑龙江 大庆 163319)

摘要: 为了解硒元素在大庆市龙凤湿地环境—植物系统中的分配特征,于 2011 年春季采集了龙凤湿地土壤、水、芦苇 3 种样品,采用原子吸收光谱法测定其中硒含量,应用统计学方法分析了 3 者之间的关系。结果显示,龙凤湿地土壤硒含量均值介于 129.63~142.18 $\mu\text{g}/\text{kg}$,水硒含量在 3.87~7.02 $\mu\text{g}/\text{kg}$,芦苇根、茎、叶硒含量分别为 50.17, 18.29, 和 15.68 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。经分析表明,土壤硒含量与芦苇硒含量之间存在显著正相关关系,并且芦苇对环境硒的富集能力较弱,属非富硒植物。

关键词: 龙凤湿地; 硒; 环境; 植物; 富集

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2012)03-0222-03

中图分类号: S153, X171

Distributive Characteristics of Selenium for Environment-plant System in Longfeng Wetland of Daqing City

QI Yan-ping^{1,2}, WU Rui¹, YANG Huan-min¹

(1. College of Animal Science and Veterinary Medicine, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319, China; 2. Agricultural Product Testing Centre of Agriculture Department, Daqing, Heilongjiang 163319, China)

Abstract: In order to understand the characteristics of selenium (Se) distribution for environment-plant system in the Longfeng wetland of Daqing City, soil, water and reed were collected in the spring of 2011. The content of Se was measured using hydride generation-atomic absorption spectrometry (HGAAS) and the relationship among the three samples was analyzed by statistical methods. Results show that the content of Se in soils was 129.63~142.18 $\mu\text{g}/\text{kg}$, the mean of water Se content was 3.87~7.02 $\mu\text{g}/\text{L}$, and the contents of Se for reed root, stem and leaf were 50.17, 18.29 and 15.68 $\mu\text{g}/\text{kg}$, respectively. The results show that there was a significant positive correlation in content of Se between soil and reed. Reed enrichment in Se from the environment was weak, and therefore was a non-enriched Se plant.

Keywords: Longfeng wetland; selenium, environment; plant; enrichment

硒 (Se) 作为人和动物必需的微量元素, 缺乏或富集均与健康关系密切, 如硒摄取不足会导致克山病、大骨节病、白肌病等^[1], 而硒过量则会发生脱发、皮肤损伤、肝增大等^[2]。环境中的硒主要源于土壤和水, 被植物吸收后通过食物链来满足人、动物对硒的营养要求^[3]。因此, 硒在土壤—水—植物系统中的迁移决定了硒的循环利用状况, 以至于直接影响周边人群的健康状况。大庆市龙凤湿地自然保护区是大庆市生物多样性最为丰富的地区, 由于湿地位于城区中, 因此湿地环境对大庆市的影响较为显著, 并直接关系到城区中人群的健康状况。

目前, 尚未有人对龙凤湿地土壤—水—植物系统间硒的相关关系进行过研究。为此本文进行该项研

究, 以期对硒的分配、富集与循环对周边人类的安全性进行评价。

1 研究地区概况

龙凤湿地自然保护区位于大庆市龙凤区境内东南, 是一处位于城区中的湿地, 距离市中心仅 8 km, 属于扎龙湿地边缘地区, 地理坐标为东经 125°07′—125°15′, 北纬 46°28′—46°32′, 总面积 5 050.39 hm^2 , 地处中纬度地带, 属温带大陆性季风气候区, 四季明显, 温差较大。年平均气温 4.5 $^{\circ}\text{C}$, 极端最高气温 39.8 $^{\circ}\text{C}$, 极端最低气温 -39.2 $^{\circ}\text{C}$ 。年均 4 月中下旬解冻开泡, 11 月上旬结冰, 无霜期 149 d, 结冰期 176 d, 年平均降水量为 435 mm。保护区内地势低洼平坦, 泡沼

收稿日期: 2012-01-03

修回日期: 2012-03-03

资助项目: 黑龙江省博士后科研启动基金项目“大庆龙凤湿地绿头鸭硒含量与病毒感染状况调查与分析”(LRB10-229)

作者简介: 齐艳萍 (1979—), 女 (汉族), 黑龙江省绥棱县人, 博士, 讲师, 主要从事动物医学与环境科学的研究。E-mail: qypanxcl@163.com。

通信作者: 杨焕民 (1956—), 男 (汉族), 安徽省砀山县人, 教授, 研究方向为动物生理学。E-mail: yanghuanmin@yahoo.com.cn。

相间,自然坡降小于1‰。植物以芦苇为主,土壤以沼泽土为主要的土壤类型,分布面积约占自然保护区总面积的80%左右。

2 研究方法

2.1 样品采集与处理

2.2.1 土壤样品的采集与处理 原始土样采自2011年春季,所采土样属于季节性冻土。采样时,将湿地划分为4个样区,每个样区随机选择5个采样点,每个样点按照0—10,10—20,20—40 cm采集土样,并将不同深度土样混合成一个土壤样品。每个土壤样品自然风晾干、磨碎、过筛,保存待测。

2.2.2 水样的采集与处理 水样与土壤样品采自同一地点。所采水样经滤膜过滤后,加硝酸酸化至1%保存待测。

2.2.3 植物样品的采集与处理 植物选取龙凤湿地优势物种(芦苇),与土壤样品采自同一地点。采样后,洗净,烘干,用植物碎样机研碎后过筛,保存待测。

2.3 硒含量的测定

土壤硒含量采用氢化物发生—原子吸收光谱法测定,结果精确到小数点后2位;水硒含量根据GB/T1.1—2000的规定,采用原子荧光光度法测定,当水样浓度小于300 μg/kg时,相对标准偏差0.21%~4.43%,加标回收率95.2%~105.1%;植物硒含量据GB/T5009.93—2009规定,采用氢化物原子荧光光谱法测定,在重复性条件下获得的2次独立测定结果的绝对差值不得超过其算术平均值的10%。

本文实验数据采用SPSS 18.0统计分析软件进行统计分析,采用平均值±标准差标示。

3 结果与分析

3.1 硒含量测定结果与分析

环境硒含量是决定人和动物健康的重要因素,主要源于土壤和水。由表1可知,不同样区土壤硒含量变化较大,均值介于129.63±16.79 μg/kg至142.18±13.58 μg/kg,与土壤硒含量相比,水含硒量较低,均值介于3.87±0.52 μg/kg至7.02±0.97 μg/kg。

表1 大庆龙凤湿地环境硒含量(n=20)

样区	土壤硒含量/(μg·kg ⁻¹)			水体硒含量/(μg·kg ⁻¹)		
	均值	最大值	最小值	均值	最大值	最小值
1	136.35±18.63	150.52	123.76	5.29±0.81	7.28	3.57
2	142.18±13.58	163.44	124.89	7.02±0.97	9.23	4.66
3	129.63±16.79	152.15	106.59	3.87±0.52	5.33	2.59
4	139.85±14.36	174.84	117.22	4.66±0.49	6.84	3.11

硒是植物体内重要的微量元素之一,由表2可知,不同样地植物的硒含量差别很大,即使在同一植物体内,不同部位硒含量也同样有较大差异,其中芦苇根的硒含量最大,平均可达50.17±7.09 μg/kg,芦苇叶其次,均值为18.29±3.07 μg/kg,而芦苇茎硒含量最低,平均仅为15.68±3.68 μg/kg。

表2 大庆市龙凤湿地植物硒含量(n=20)

样区	芦苇硒含量/(μg·kg ⁻¹)		
	根	茎	叶
1	49.85±7.52	20.84±4.78	14.29±3.77
2	32.72±4.83	12.27±3.32	19.55±2.20
3	41.17±6.27	17.87±4.42	21.74±2.62
4	76.94±9.74	11.72±2.21	17.56±3.70
均值	50.17±7.09	15.68±3.68	18.29±3.07

植物体内各部位对硒的富集、累积作用并不一致,由结果可知,龙凤湿地芦苇不同部位的硒含量为根>叶>茎,这一特点与李书鼎^[4]对小麦试验结果完全一样。这种富集作用通常用富集系数表示,即植物各部位的硒含量与土壤硒含量的比值,其大小是由植物和土壤中硒的质量比共同决定的^[5]。由表1—2的硒含量值经计算可以得出,龙凤湿地芦苇根、茎、叶的富集系数分别为0.395,0.114,0.134,即根的富集系数>叶>茎,可见同一植物的不同部分对硒的富集能力差异较大。由于大量的微生物聚集在植物根部,增强了根部对物质的吸收能力,因此根部对硒的富集作用最强,只有在植物的根部累积大量的硒,才能进一步满足茎和叶对硒的需求。此外,在不同地区同一植物对硒的富集能力也存在不同程度的差异,经研究发现,龙凤湿地芦苇根和叶的富集系数大于闽江口鳊鱼滩湿地和蝙蝠洲湿地^[6],而茎的富集系数小于鳊鱼滩湿地和蝙蝠洲湿地。由于湿地芦苇各部分对硒的富集系数均小于0.5,可见湿地植物对硒吸收累积作用较弱,属于非富硒植物。

3.2 硒含量分配特征与关系

岩石风化形成土壤过程中,将硒元素沉积其中,小部分溶解于水中,从物质循环角度看,植物从沉积物和水中的吸取硒元素,把硒元素从厌氧性的沉积物中带到地表系统,并且在其死亡后又将硒元素贮存在厌氧性沉积物中,这构成了硒元素的土壤—水—植物循环系统^[7]。由表3可知,土壤—水—植物系统中,各组间存在一定的关系,其中土壤硒含量与植物总硒含量(根、茎、叶硒含量之和)之间存在明显的正相关关系,相关系数为0.857($p<0.05$),而水与植物之间没有明显的相关关系($r=0.329, p>0.05$)。作为环境

的 2 个要素,即土壤与水之间也存在着一定的正相关关系,但尚未达到显著水平($r=0.583, p>0.05$)。

表 3 土壤、水及植物硒含量之间的相关关系

类型	土壤硒	水硒	植物总硒
土壤硒	—	0.583	0.857*
水 硒	0.583	—	0.329
植物总硒	0.857*	0.329	—

注: * 表示两者之间差异显著。

由于土壤来源于岩石,因而土壤微量元素的丰缺常与地质情况有密切关系,土壤微量元素的含量分布反映了特定地区环境状况的一个重要侧面,对于研究土壤环境质量演变及人为活动对土壤质量的影响以及合理开发和利用土地资源具有重要意义。土壤是植物的立足点和所需养分的主要来源,因而土壤硒元素的供给情况与植物和以植物为食的动物的生长,以及人类的健康都有密切的关系。硒浓度过低或过高均会导致各种疾病的发生,如缺硒可导致白肌病、肝坏死等,而硒摄入过多可导致硒中毒,并有致癌、致突变和致畸胎的危险性。随着硒研究的深入,逐渐将环境—植物系统作为一个整体考虑。学者们通过对植物硒的来源、累积和迁移的研究,推测植物硒主要来源于环境(即土壤和水)。该研究中,大庆龙凤湿地土壤硒含量最高可达 $174.84 \mu\text{g}/\text{kg}$,植物根、茎、叶的硒含量均值分别为 50.17 ± 7.09 , 15.68 ± 3.68 和 $18.29 \pm 3.07 \mu\text{g}/\text{kg}$,而水硒含量最高只有 $9.23 \mu\text{g}/\text{kg}$,这一结果说明土壤硒是生态系统中硒物质循环的基础。硒通过土壤—植物传输的间接行为,在植物体内转换累积,并通过食物链来满足人和动物对硒的营养需求,因此植物、水、土壤三者构成了硒的累积、流动和循环系统^[8]。通过对植物、水、土壤三者之间相关关系的分析表明,环境两大要素土壤和水之间呈正相关关系($r=0.583, p>0.05$),这是因为天然水体中的硒主要来源于对岩石硒的萃取和土壤的淋溶,同时湿地生态系统湿度大,地质条件特殊,使得土壤与水之间存在着一定的正相关关系,也进一步证实了土壤是硒的主要来源。

将我国河北恩施地区与陕西克山病病区的土壤硒、植物硒进行对比可以发现^[9-10],土壤硒水平高的地区,其上生长的植物的硒含量明显高于土壤硒水平低的地区,即土壤、水与植物之间硒含量存在一定的必然联系。该研究中,植物与土壤之间存在明显的正相关关系($r=0.857, p<0.05$),而植物与水之间的相关关系($r=0.329, p>0.05$)不明显,与陈金等^[11]对春大豆的研究结果一致,在某些区域,土壤硒含量

与玉米、小麦、水稻等植物硒含量的相关系数最高可达 $0.996, 0.995$ 和 0.995 ^[12]。曾有人发现种植在恩施地区的遏蓝菜富集硒的能力极强,属于硒超富集植物,但种植在其他非富硒地区的遏蓝菜则几乎不含硒,这都说明植物硒主要来源于土壤,并且植物对硒的富集能力取决于土壤硒水平。由于黑龙江地处缺硒地带,为了补硒,人们大力开发富硒的动植物产品,如富硒茶、富硒蛋等^[13]。目前认为将硒补充到环境和植物中,以满足人、动物饮食中硒之不足,是较持久而稳妥的办法。依据植物从土壤中富集硒的营养特性,通过食物链系统,促进硒从土壤向食物链迁移,以便更好地发挥硒有益于人和动物的生物学效益,因此研究硒在环境—植物系统的分配特征十分必要。本文对这一系统中硒的分配研究发现,龙凤湿地属于少硒环境^[14],并且芦苇对硒的富集能力较弱,因此该地区应充分利用土壤与植物的高度相关性,通过调控土壤硒含量,可以达到调节和提高植物的硒含量,从而达到改善人和动物硒营养缺乏的现状,满足硒营养水平要求的目的,但由于硒对生物具有二重性^[15],为确保人和动物的安全,应严格控制补充量,从而达到满意的效果。

4 结论

(1) 龙凤湿地土壤硒含量均值介于 $129.63 \sim 142.18 \mu\text{g}/\text{kg}$,水体硒含量在 $3.87 \sim 7.02 \mu\text{g}/\text{kg}$,一般来说,土壤总硒小于 $125 \mu\text{g}/\text{kg}$ 的为缺硒土壤, $0.125 \sim 0.175 \mu\text{g}/\text{kg}$ 的为少硒土壤^[5]。根据这种划分,龙凤湿地土壤属于少硒土壤,但比较接近缺硒土壤。

(2) 龙凤湿地芦苇根、茎、叶对环境硒的富集系数分别为 $0.395, 0.114, 0.134$,其富集能力能力较弱,属于非富硒植物。

[参 考 文 献]

- [1] 蒋彬,李志刚,叶正钱,等. 硒从土壤向食物链的迁移[J]. 土壤通报, 2002, 33(2): 149-152.
- [2] 林年丰. 医学环境地球化学[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1991: 306-307.
- [3] 唐玉霞,王慧敏,刘巧玲,等. 土壤和植物硒素研究综述[J]. 河北农业科学, 2008, 12(5): 43-45.
- [4] 李书鼎. 污染生态物理化学[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002: 139-140.
- [5] 韦朝阳,陈同斌. 重金属超富集植物及植物修复技术研究进展[J]. 生态学报, 2001, 21(7): 1196-1203.

(下转第 276 页)

广播、电视、报刊、杂志、公益性广告、画册、专栏等各种宣传媒体加强农业知识以及农业法律法规的宣传,增强珍惜和合理利用土地对维护国家粮食安全和社会稳定的重要性的认识,增强耕地的忧患意识,提高全民保护耕地的主动性和积极性。只有当节约用地和保护耕地成为全社会的共识,耕地的可持续利用才能成为可能,耕地资源保护才能真正实现。同时,耕地面积的减少与耕地的监管状况有着非常密切的关系,可以通过建立健全执法监督制度,强化对耕地的监管,还可以运用一系列先进技术,建立贵阳市耕地的动态监测系统,增强对耕地监管的准确性和时效性。

[参 考 文 献]

- [1] 李卫海,李阳兵,周炎,等. 1991—2006 年贵阳市土地利用变化及其驱动因素分析[J]. 资源科学, 2008, 30(12): 1890-1896.
- [2] 苏维词. 贵阳城市土地利用变化及其环境效应[J]. 地理

科学, 2000, 20(5): 462-468.

- [3] 张凤荣,王印传,齐伟. 耕地资源持续利用管理评价指标体系初探[J]. 地理学与国土研究, 2002, 18(1): 50-53.
- [4] 李平,李秀彬,刘学军. 中国现阶段土地利用变化驱动力的宏观分析[J]. 地理研究, 2001, 20(2): 129-38.
- [5] 何蔓,张军岩. 全球土地利用与覆被变化研究及其进展[J]. 国土资源, 2005(9): 22-25.
- [6] 顾朝林. 北京市土地利用/覆被变化机制研究[J]. 自然资源学报, 1999, 14(4): 307-312.
- [7] 张凤荣,薛永森. 中国耕地的数量与质量变化分析[J]. 资源科学, 1998, 20(5): 32-39.
- [8] 汪微,景高,石鹏,等. 耕地利用变化与人文驱动因素的灰色关联分析[J]. 华中师范大学学报:自然科学版, 2008, 42(4): 636-649.
- [9] 朱红波. 中国耕地资源安全研究[M]. 成都: 四川大学出版社, 2008: 150-151.
- [10] 许月卿,李秀彬. 河北省耕地数量动态变化及驱动因子分析[J]. 资源科学, 2001, 23(5): 28-32.

(上接第 210 页)

4 结 论

(1) 山区崩塌滑坡主要沿河流分布,地形对其影响较大,而地震诱发的崩塌滑坡则突出显示为沿活动断裂呈带状分布,并随距断裂带的距离逐渐衰减。

(2) 坡度对崩塌滑坡的发生具有控制作用,震前为坡度较缓的崩塌滑坡不敏感区,在震后仍表现为不敏感区。

(3) 活动断裂对崩塌滑坡敏感性的影响表现在:靠近活动断裂的区域,崩塌滑坡的敏感性等级升高,甚至低敏感的区域也可以转换为极高敏感区;而远离活动断裂的区域,崩塌滑坡的敏感性等级则相应降低。

[参 考 文 献]

- [1] 国家防汛抗旱总指挥部办公室,中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所. 山洪泥石流滑坡灾害及防治[M]. 北京: 科学出版社, 1994: 258-260.
- [2] 乔建平,蒲晓虹. 川滇地震滑坡分布规律探讨[J]. 地震研究, 1992, 15(4): 412-417.
- [3] 祁生文,许强,刘春玲,等. 汶川地震极重灾区地质背景及次生斜坡灾害空间发育规律[J]. 工程地质学报, 2009, 17(1): 39-49.
- [4] 金文正,汤良杰,杨克明,等. 川西龙门山褶皱冲断带分带性变形特征[J]. 地质学报, 2007, 81(8): 1073-1080.
- [5] 崔鹏,韦方强,何思明,等. “5·12”汶川地震诱发的山地灾害及减灾措施[J]. 山地学报, 2008, 26(3): 280-282.

(上接第 224 页)

- [6] 宋萍,封磊,洪伟,等. 闽江口湿地主要土壤—植物系统硒的分配特征[J]. 华侨大学学报, 2009, 30(6): 673-676.
- [7] 吕宪国. 湿地生态系统保护与管理[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004: 19-20.
- [8] 王永华,王五一,雒昆利,等. 大巴山区土壤中的硒和氟[J]. 土壤学报, 2004, 41(1): 61-67.
- [9] 郭宇,鲍征宇,马真真,等. 湖北恩施地区土壤—植物系统中 Se 元素的地球化学特征[J]. 地质通报, 2012, 31(1): 151-155.
- [10] 朱建宏,杨杰,何新科,等. 陕西省克山病区粮食和人群硒水平调查[J]. 中国地方病防治杂志, 2010, 25(6): 438-440.

- [11] 陈金,潘根兴,王雅玲. 土壤硒水平对两种春大豆硒吸收与转化的影响[J]. 中国农业科学, 2005, 38(2): 428-432.
- [12] 吴永尧,卢向阳,彭振坤,等. Se 在水稻的生理生化作用探讨[J]. 中国农业科学, 2000, 3(1): 100-103.
- [13] 王美珠. 茶叶含硒量的研究[J]. 浙江农业大学学报, 1991, 17(3): 250-254.
- [14] 章海波,骆永明,吴龙华,等. 香港土壤研究: 土壤硒的含量、分布及其影响因素[J]. 土壤学报, 2005, 42(3): 404-410.
- [15] 潘金德,俞洁勤,毛春国,等. 潮土中水溶态硒和交换态硒含量变化的试验研究[J]. 水土保持通报, 2009, 29(1): 96-98.