

是不同的,而狗则更接近于人。我们曾对焦炉工进行了观察,测定他们周末下班时、下班后、再次上班前和下班时尿中 1-羟基芘的量,结果显示焦炉工尿中的 1-羟基芘可能反映了他们 32h 前的接触情况(见图 5),对人接触芘后尿中 1-羟基芘的排泄规律我们正进行进一步的实验。

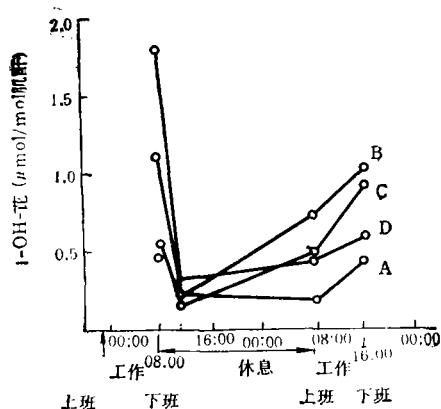


图 5 焦炉工尿中 1-羟基芘的动态变化

从文献和本实验的结果都证明,不论是啮齿类动物、猪还是狗,尿中的 1-羟基芘是动物摄入芘后最主要的代谢产物;用人肝微粒体和芘的试管试验也未检出芘的其它代谢产物,而能显著看到 1-羟基芘的出现;用人肝制备的 S_9 和 Ames 的致突变实验的方法说明:在煤焦油中前致突变剂的活化作用中,

1-羟基芘可以做为一个良好的指示物^[4]。我们的工作也发现不同城市居民尿中的 1-羟基芘与所在城市大气颗粒物的致突变活性有较好的正相关*。尿中 1-羟基芘的测定方法较其它方法更加灵敏、特异^[7],作为评价人体接触 PAH 的一个指标,是很有前途的方法。

参 考 文 献

- [1] International agency for research on cancer polynuclear aromatic compounds: part 1. environmental and experimental data (IARC Monograph Vol. 32), Lyon (1983).
- [2] Keimig S. D. et al., *Xenobionica*, 13, 415—420 (1983).
- [3] Boyland E. and Sims P., *Biochem. J.*, 90, 391—398 (1964).
- [4] Jongeneelen F. J. et al., *Mut. Res.*, 204, 195—201 (1988).
- [5] 赵振华等,环境科学学报, 8(4), 438—445 (1988).
- [6] Jongeneelen F. J. et al., *Ann. Occup. Hyg.*, 32(1), 35—43 (1988).
- [7] Clontero E. et al., *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 61, 363—368 (1989).
- [8] Zhenhua Zhao, et al., *The Sci. of the Total Environ.*, 92, 145—154, (1990).
- [9] 赵振华等,环境科学, 11(2), 9 (1990).
- [10] Jongeneelen F. J. et al., *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 57, 47—55, (1985).

(收稿日期: 1990年 5 月 30 日)

* 赵振华等,环境化学,待发表。

从 Zn/Cd 值研究北京地区土壤中镉的富集与淋失

徐 谦

(北京环境监测中心)

摘要 本文利用土壤中 Zn/Cd 值的变化探讨了北京地区表层土壤中镉的富集、淋失分异状况及其原因。北京地区土壤中 Zn/Cd 值变化幅度较大,反映出镉在土壤中相对富集与淋失的差异较大,在平原潮土区镉明显富集,可能与碳酸盐含量和土壤质地有关;在山前平原褐土区则相对淋失,这可能与成土母质和成土过程有关。

关键词: 北京地区;土壤; Zn/Cd 值。

一、自然概况

北京属暖温带半湿润季风气候区,四季分明,年降水量 640mm 左右。地势受地质构造影响,总趋势西北高,东南低,全区可分为山地、平原两大部分。成土母质:东部、北部山区为花岗岩、片麻岩、白云质灰岩和凝灰岩;西部山区以灰岩、砂岩为主,其次是凝灰岩和零星分布的花岗岩。平原可分为山前洪冲积平原,洪积冲积倾斜平原和冲积平原;土壤母质主要是洪积冲积物。

棕壤是北京山区的主要土类,分布于海拔 800m 以上的中山。在凉湿气候条件及落叶阔叶林植被下主要进行着腐殖化、矿物质的分解淋溶及粘化过程。土壤粘粒含量较高,有机质在 4~9%,呈中性、弱酸性反应, pH6.0~7.0,无石灰反应。

褐土是北京地带性土壤,主要分布于广大低山丘陵和山麓阶地。其成土过程除一定程度腐殖质累积外,在山地有粘粒的形成和淀积过程及碳酸盐的淀积过程。根据碳酸盐的淋溶和淀积情况可分为淋溶褐土、碳酸盐褐土、普通褐土和淋溶褐土几个亚类。有机质在 1~4%,土壤呈中性。弱碱性反应, pH 7.0~8.2。

潮土是北京平原的最大土壤类型。地下水位线约 2m 左右。因此,受地下水作用明显,形成土壤-底土氧化还原相互作用的潜育化过程及碳酸盐的水成聚积,且受人为影响强烈。有机质在 1~3%,呈弱碱性反应, pH 7.5~8.5。

二、北京土壤的 Zn/Cd 值

据认为,土壤中锌、镉的行为有许多共同之处。当环境中镉的数量是锌的百分之一时,镉和锌的吸附及下渗量也大致按此比例^[1]。因此,人们常常利用锌、镉这两元素的相似性,通过对土壤中 Zn/Cd 值的相互比较,判断镉在土壤中的富集和淋失程度及范围。通常成土母质的不同带来土壤中 Zn/Cd 值的不同,即使是同一成土母质,由于成土过程等因素的影响,Zn/Cd 值也在一定范围内变化,亦表现出土壤中镉富集与淋失的差异。例如,戴昭华等通过比较北京、南京、广东土壤发现,Zn/Cd 值广东>南京>北京,并且,不同母质发育的土壤和同一母质但土壤类型不同的土壤 Zn/Cd 值之间均存在明显差异^[2]。

由表 1 可见,北京土壤中 Zn/Cd 值变幅较大,在不同土壤类型中山地草甸土>

表 1 北京地区土壤中 Zn、Cd 元素含量和 Zn/Cd 值

元 素		Zn (ppm)	Cd (ppm)	Zn/Cd	
项 目					
土壤类型	山地草甸土	70.8~103	0.087~0.220	321.8~833.3	619.8
	棕壤	41.0~96.5	0.078~0.190	234.1~1010.8	553.6
	褐土	24.5~106	0.049~0.210	186.4~1173.5	539.9
	潮土	25.3~86.5	0.050~0.213	186.1~1157.5	421.0
成土母质	洪冲积物	24.5~96.0	0.049~0.230	186.1~1173.5	441.3
	黄土性物质	34.1~90.0	0.072~0.195	193.5~1000.0	489.4
	酸性岩类	33.5~140	0.065~0.204	198.0~806.9	542.1
	中性岩类	40.8~98.4	0.087~0.220	299.5~1151.1	591.5
	碎屑岩类	41.9~94.0	0.093~0.179	234.1~1010.8	530.5
	钙质岩类	28.1~96.5	0.086~0.178	247.5~643.0	535.5
平均值		55.53	0.119		487.0

棕壤>褐土>潮土；在不同成土母质发育的土壤中基岩风化物 ≥ 黄土性物质 ≥ 洪冲积物。但在不同基岩风化物上发育的土壤中 Zn/Cd 值无明显差异。

采用等标系数法进行分级评价。即以北京土

表 2 f 分级标准

等级	f	Zn/Cd 值范围	评价
1	<0.8	186.1~389.0	富集
2	0.80~1.20	389.1~584.0	正常
3	1.21~1.50	584.1~730.5	较弱淋失
4	>1.5	731.0~1173.5	较强淋失

三、北京土壤镉富集与淋失的区域分布

针对土壤 Zn/Cd 值变幅较宽的状况，

表 3 不同土壤、地貌的 f 值分级

项 目		总样品数 (N)	f (平均)	<0.80		0.80~1.20		1.21~1.50		>1.50	
				n	%	n	%	n	%	n	%
土壤类型	潮土	130	0.86	64	49.2	45	34.6	14	10.8	7	5.4
	褐土	101	1.11	27	26.7	34	33.7	26	25.7	14	13.9
	棕壤	33	1.14	3	9.1	18	54.5	9	27.3	3	9.1
地貌类型	平原	151	0.88	73	48.3	55	36.4	13	8.6	10	6.6
	山前平原	35	1.21	8	20.5	12	30.8	11	28.2	8	20.5
	山区	80	1.12	13	16.2	36	45.0	23	28.8	8	10.0

表 4 典型剖面土壤中 Zn、Cd 含量和理化性质

土类	母质	深度 (cm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Zn/Cd	理 化 性 质				
						<0.001 粘粒 (%)	<0.01 粘粒 (%)	pH	CaCO ₃ (%)	有机质 (%)
棕壤	灰岩	0~15	73.0	0.110	663.6	14	29	4.74	0.42	5.28
		15~30	77.5	0.180	431.7	15	39	5.52	0.48	5.12
		30~45	80.5	0.120	670.8	15	47	7.02	0.34	3.25
潮土	壤质沉积物	0~26	70.5	0.15	470.0	20	39	7.82	3.90	1.44
		26~46	64.5	0.13	496.2	21	38	7.85	1.56	0.71
		46~60	67.5	0.10	670.0	24	51	8.43	2.09	0.60
		60 以下	74.0	0.10	740.0	23	57	8.44	1.48	0.33
普通褐土	黄土性物质	0~20	80.0	0.12	666.7	37	59	8.14	0.31	1.28
		20~32	80.0	0.12	666.7	35	53	7.96	0.90	1.28
		32~73	57.2	0.11	518.2	34	53	7.79	0.74	1.02
		73~100	75.1	0.098	765.3	37	54	7.68	0.36	0.84
淋溶褐土	花岗岩	0~10	70.7	0.10	707.0	26	52	7.39	0.42	5.06
		10~45	86.5	0.12	720.8	30	53	7.40	0.44	1.86
		45~67	88.5	0.14	632.1	31	58	7.36	0.45	1.12
		67 以下	84.8	0.13	652.3	27	53	7.46	0.5	1.12
碳酸盐褐土	页岩	0~27	45.5	0.14	325.0	48	61	8.09	1.87	1.50
		27~41	43.6	0.13	335.4	50	65	8.40	1.93	0.96
		41~60	43.6	0.13	335.4	46	65	8.46	1.73	0.93
		60~74	38.2	0.11	347.3	38	52	8.48	1.69	0.39

壤平均 Zn/Cd 值为标准, 对各点的 Zn/Cd 值按下式等标化:

$$f = \frac{\text{某点土壤中 Zn/Cd 值}}{\text{北京土壤平均 Zn/Cd 值}}$$

等标化后的富集系数 (f) 按表 2 的分级标准进行分级。 f 值愈小表明富集程度愈大, 反之淋失程度愈大。将 f 值逐点填图, 可给出北京土壤镉富集与淋失分布图(见图 1)。同样, 将各点 f 值归并到不同的统计单元亦可探讨其分异规律。

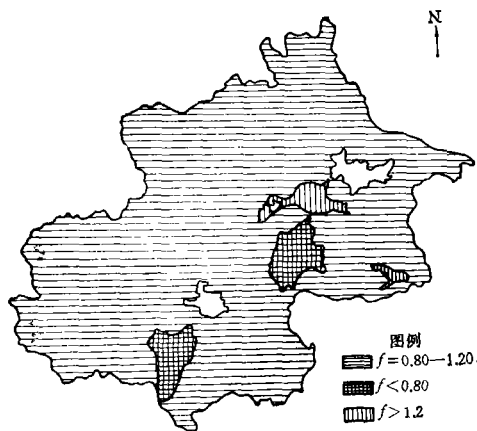


图 1 北京地区土壤中镉的富集与淋失分布

分级评价结果表明, 尽管不同土壤类型的 f 值总体上都处于正常水平, 但潮土中有 49.2% 的点位有富集现象, 淋失情况较少; 棕壤有三分之一强的点位有不同程度的淋失, 基本上无富集; 褐土情况较为复杂, 处于富集、淋失和正常水平的点位都在 30% 左右。另外, 从地貌类型上看, 山区有 45% 点位在正常水平, 其次是略有淋失; 平原则富集情况明显; 山前平原有近半数点位不同程度淋失(见表 3)。

从图 1 看, 在平原区有两片镉的富集区, 分别位于潮白河流域的汉石桥一带洼地和永定河流域的良乡, 庞各庄一带低地。在东北部山前平原和山麓阶地的褐土区有不同程度的淋失。在山区富集和淋失均未构成片状分布。

表 4 为几个典型剖面土壤中 Zn、Cd 含量值和理化性质的纵向变化情况。

四、镉富集与淋失的原因分析

1. 成土母质和成土过程的影响

在落叶阔叶林下的棕壤地表有机质含量丰富, 土壤粘化过程强烈, 淋溶作用明显, 漫长的成土过程使心土层形成了厚约 30cm 左右的粘化层。北京土壤背景值调查结果表明, 在此土类中镉与有机质和土壤粘粒有良好的正相关^[3]。因此, 在植被好, 土层厚, 发育较好的棕壤中, 镉与富里酸等形成的水溶性螯合物使其有可能随表层粘粒迁移向心土层淀积。

褐土情况比较复杂。发育在黄土状母质上的褐土, 组成物质均一, 土壤孔隙尤其是非毛细管孔隙甚少, 阻滞了水分渗透并延缓了成土过程的进行, 因而其剖面发育较弱。而发育在凝灰岩、花岗岩等母质上的褐土因有一定量的石砾和大小不一的结晶矿物颗粒, 土壤通透性好, 水分渗透量较大且速度快, 淋溶强烈, 有一定粘粒形成作用, 故剖面层次发育较明显。以表层土壤中砂、粉粒、粘粒间的转化为例, 黄土状母质发育的褐土转化最不明显, 而凝灰岩、花岗岩等发育的褐土表层所消耗的砂粒的 66~90% 可就地转化为粉粒和粘粒^[4]。因此, 这种因成土母质不同所带来的土壤淋溶作用和粘化过程的差异可能是镉在山区和山前麓地褐土中富集与淋失程度不同的主要原因。

2. 碳酸盐含量的影响

北京平原区广泛分布着堆积性碳酸盐风化壳, 受地下水影响, 氧化还原相互交替, 土壤呈碱性反应。由于土壤中 Cd 与 CO_3^{2-} 反应生成难溶性化合物 CdCO_3 , 所以碳酸盐含量不同必将引起镉富集程度的差异。分析表明, 北京平原潮土区土壤中镉与碳酸钙含量呈较好正相关^[5]。尽管褐土情况比较复杂, 但也同样反映出潮褐土和碳酸盐褐土因碳酸

盐的大量存在而镉相对富集的关系(见表5)。

表5 褐土各亚类中 Zn/Cd 值和 f 值

亚 类	n	Zn/Cd	f
普通褐土	48	638.0	1.31
淋溶褐土	29	477.3	0.98
碳酸盐褐土	8	401.0	0.82
潮褐土	13	370.1	0.76

在潮白河,温榆河流域的洪冲积扇上,成土母质主要来自东北部山地的片麻岩,石英岩等风化物,其上发育的土壤富含石英砂粒

和金云母片,碳酸钙含量较低;永定河洪冲积扇上成土母质多为黄土性物质,富含碳酸钙。由表6可见,不同母质土壤中碳酸钙的含量也反映出镉富集程度的差异。

另外,在东北部山前褐土区镉有不同程度的淋失,而在西部山前褐土区却未出现成片的淋失区,可能也与母质中碳酸盐含量不同有关。

3. 土壤质地的影响

比较平原区潮白河和永定河流域不同质地土壤 Zn/Cd 值与 f 值,发现土壤质地不同对镉的富集与淋失也有明显的作用(见表7)。

表6 不同流域土壤中 Zn/Cd 值和 f 值

流 域	n	Zn(ppm)	Cd(ppm)	Zn/Cd	f
潮白河流域	77	24.5~118.0	0.049~0.251	512.0	1.05
温榆河流域	74	28.1~100.0	0.057~0.248	424.6	0.87
永定河流域	72	27.3~94.0	0.068~0.220	334.6	0.69

表7 不同质地土壤 Zn/cd 值 · f 值

流 域	质地	Zn(ppm)	Cd(ppm)	Zn/Cd	f
潮白河流域	砂质	44.0~77.5	0.049~0.150	681.6	1.40
	壤质	30.0~88.8	0.061~0.251	495.2	1.02
	粘壤质	40.1~81.5	0.093~0.200	392.0	0.80
永定河流域	砂质	30.0~82.5	0.068~0.170	401.3	0.82
	壤质	25.3~48.4	0.075~0.210	290.5	0.60

五、结 果

北京土壤中 Zn/Cd 值变化幅度较大,反映出镉在表层土壤中相对富集与淋失程度的差异较大。在平原有片状富集分布,在东北部山前有片状淋失分布。从土壤类型和地貌条件上看,潮土区和山前平原的褐土区表现明显。山区和山前平原的棕壤,褐土中镉的淋失可能与成母土质和成土过程有关,平

原的潮土、潮褐土等镉的富集可能与碳酸盐含量和土壤质地有关。

参 考 文 献

- [1] Leeper G. W., 胡荣梅等译,农地中重金属的控制技术,38页,科学出版社,1987年。
- [2] 戴昭华等,环境科学丛刊,5(10),11(1984)。
- [3] 夏增录,地理科学,6(3),277(1986)。
- [4] 徐礼煜,土壤学报,20(3),238(1983)。
- [5] 李廷芳,中国环境科学,8(1),20(1988)。

(收稿日期: 1990年1月7日)

Economic Principles of Management for Controlling Total Amount of Pollutants Discharged to Water.

Zhang Tianzhu (Department of Environmental Engineering, Tsinghua University, Beijing): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(6), 1990, pp. 2—6.

Through analyzing the externality concept and developing the optimal/second optimal management models for pollutants discharged to water vs. environmental quality, this paper discusses two economic principles of the management system on controlling total amount of pollutants, the meanings and the relation of two managerial goals, i.e. equity and efficiency. Equity as a goal is a requirement for reasonably running the national economical management system which is an external constraint of total amount control for water pollutants discharged.

Key Words: economic principles of management, total amount of pollutants, water.

Separation and Speciation of Selenium in the East Lake Water, Wuhan.

Lu Xiaohua, Du Wentao, Shi Wenzhao (Huazhong University of Science and Technology, Wuhan): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(6), 1990, pp. 7—10.

Trace selenium in natural water of the East Lake was separated into suspended particle and soluble, colloid and non-colloid, ionic and non-ionic species by means of 0.45 μm filter membrane, activated carbon and anion exchange resin. Then the water samples were determined. The results showed that soluble ionic selenium was the dominant species, which amounted to about 70 per cent of total selenium in water, and four-valence selenium was prevailing.

Key Words: selenium, speciation analysis, natural water.

Study on Absorption of ^{134}Cs in Wheat.

Chen Chuanqun, Xu Yinliang, Sun Zhiming (Institute of Nuclear Agronomy, Zhejiang Agricultural University, Hanzhou): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(6), 1990, pp. 10—14.

The roots of wheat can absorb ^{134}Cs from irrigating water. The specific activity of ^{134}Cs in the roots is the highest, in grains the lowest, and that in bran is higher than in flour. Absorption capacity of ^{134}Cs by wheat varies with different kinds of soil. The order of absorption capacity is as follows: farinose clay > clay loam $\geq$ sandy loam. In addition, the absorption capacity of ^{134}Cs in soils is different in soil texture, pH and organic matter; absorption amount of it varies with irrigating time,

the closer to maturity stage, the more amount of ^{134}Cs in wheat. Its migration in soil is very slow because there is 90.4% of ^{134}Cs concentrated in surface soil (0—3 cm). The ratio of ^{134}Cs in wheat and in soil is 2.1% to 97.9%.

Key Words: cesium-134, wheat, soil, irrigating water.

Identification of 1-Hydroxypyrene and Its Excretion in Dog Urine after Pyrene Injection

Zhao Zhenhua, Quan Wenyi, Tian Deha. (Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(6), 1990, pp. 14—17

With High Performance Liquid Chromatograph and fluorospectrometry, 1-hydroxypyrene is identified as a major metabolite of pyrene in the dog urine after intramuscular injection of pyrene. As three successive doses of 1, 2 and 5 $\mu\text{mol/kg}$ wt pyrene were injected into the dogs, 1-hydroxypyrene in urinary excretion reached to peak levels within 24—48 hours. The amounts of excreted 1-hydroxypyrene were accounted for about 0.05% of the injected pyrene.

Key Words: identification of 1-hydroxypyrene, pyrene, dog urine.

The Enrichment of Cadmium and Its Leaching Loss in Soils of Beijing Area with a View to the Relationship between Zn and Cd.

Xu Qian (Beijing Municipal Environmental Monitoring Center). *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(6), 1990, pp. 17—21

In this article, the author intends to discuss the variations of enrichment and leaching loss in surface soils of Beijing area and the causes of these variations with a view to the relation of Zn/Cd values in soils. The range of Zn/Cd is so wide that it can reflect the difference in relative enrichment and leaching loss of Cd in soils. The relative enrichment of Cd in moisture soil is apparent in plain area, while the relative leaching loss of Cd in drab soil is obvious in the plain in front of the mountains. The reasons why the variations exist have been explored in this article.

Key Words: enrichment of Cd in soil, relation of Zn and Cd, Beijing area.

A Study on the Process of Sludge Granulation in A Pilot Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor at Ambient Temperature.

Li Xiaoyan, Hu Jicui, Xing Yongjie (Department of Environmental Engineering, Tsinghua University, Beijing): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(6), 1990, pp. —