

高等维管植物对重金属的吸收与富集*

刘金林

(华东师范大学)

HEAVY METAL ABSORPTION AND ENRICHMENT IN HIGH VASCULAR PLANTS

Liu Jinlin

(Department of Biology, East China Normal University)

Abstract

The absorption and enrichment of heavy metal pollutants in high vascular plants (such as *Ulmus pumila* L., *Melia azedarach* L., *Salix babylonica* L., *Ligustrum lucidum* Ait., *Chenopodium album* L., *Frigeron annus* L., *Plantago asiatica* L., etc.) were studied at some Shanghai suburban prefectures (such as Shanghai prefecture, Baoshan prefecture, and Qingpu prefecture) in 1978 to 1983. The results are as follows:

(1) Apparent differences were observed among different plant species in the absorptive quantities of heavy metal pollutants in various high vascular plants.

(2) Apparent differences were observed among various plant parts for the distribution and enrichment of heavy metal pollutants in plants.

(3) Strong enriching abilities of heavy metal pollutants were observed in various high vascular plants.

Finally, discussions were also made in problems of environmental assessment and monitoring with the sensitivities in plants toward minute changes in their surrounding circumstances.

人类活动所产生的重金属污染,是当前环境质量下降的重要原因之一。生物环境的污染亦日益受到了人们的重视和关注。

研究植物体对环境污染物质的吸收、富集和浓缩,不仅能成为环境卫生学、环境生态评价的基础,也是城乡生态系统研究不可

* 本文蒙 钱国桢教授 审阅并提出修改意见; 化学分析过程中, 蒙我校化学系方禹之副教授、徐通敏先生给予大力支持和帮助; 我系宋永昌、周秀佳和顾泳洁老师与78、79级部分毕业班同学参加了部分工作, 谨此一并致谢。

缺少的重要内容。

本文是1978~1983年上海市郊的上海县、宝山县、青浦县等高等维管植物白榆 (*Uimus Pumila L.*)、苦楝 (*Melia azedarach L.*)、柳树 (*Salix babylonica L.*)、女贞 (*Ligustrum lucidum Aif.*)、灰藜、 (*Chenopodium album L.*)、一年蓬 (*Erigeron annus L.*)、车前 (*Plantago asiatica L.*)、芦苇 (*Phragmites Communia (L.) Trin*) 等对重金属污染物吸收与富集的研究。

一、样品的采集与制备

采集不同种类的高等维管植物，分别制成木本植物的树皮、木质部、叶和草本植物地上部分的枝叶、花和地下部分根的分析样品。

样品于高温电阻炉内灰化后，在灰分中加入10毫升硝酸—高氯酸 (1:1)，于电热板上消化蒸发，冷却后加入1N盐酸15毫升，经冲洗过滤后移入25毫升容量瓶中，再用0.1N盐酸稀释定溶。最后用沪产310型原子吸收分光光度计分别测定：铅、镉、锌、铜的含量。

二、结果与分析

通过对各种高等维管植物及其不同部位重金属含量的测定，表明：

1. 各种高等维管植物对重金属污染物的吸收量，是随植物种类的不同具有明显的差别。

在木本植物中，常绿树种与落叶树种对重金属的吸收量有差别但不很明显；木本植物与草本植物相比，则有明显的差异 (表1)。木本植物对各种重金属的吸收远远高于草本植物。这与木本植物都是多年生生长，又占有较草本植物大得多的同化、吸收空间有关。

各种植物对重金属的吸收量与均值也是很不相同的，其中以铅、锌、铜的吸收量为高；同种植物对不同重金属元素的吸收也有

很大的不同，以木本植物树皮和草本植物地上部分的吸收量看，表现为： $Zn > Cu > Pb > Cd$ (图1)。

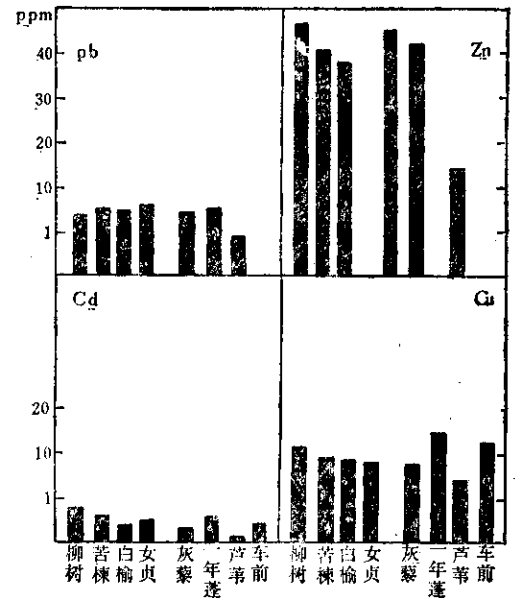


图 1 木本植物树皮和草本植物地上部分重金属含量比较

2. 各种重金属在植物体内不同部位的分布和富集量具有很明显的差别。

在木本植物的树皮、木质部、叶和果实中，各种重金属的含量是很不相同的。以对生物和人体具有明显毒害作用的重金属铅、镉的吸收量来看，是树皮中最高，其次是叶和果实，木质部的含量为最低，表现为：树皮>叶>果实>木质部 (图2)。

在草本植物中，地上部分的茎叶，花和地下部分的根中，各种重金属的含量也不一样，这点陆生草本植物和水生草本植物显示有不同的规律。陆生草本植物中，铅、镉的含量是地上部分>地下部分，锌、铜的含量是地下部分>地上部分；在水生草本植物芦苇中，情况恰恰相反，铅、镉的含量是地下部分>地上部分 (图3)。

铅在植物体中的运转能力是很有限的，植物体的铅主要积聚在吸收器官根和叶中，

表 1

不同植物种类与部位重金属含量的均值与标准差比较 (单位: ppm)

木 本 植 物	柳		女		页		菩		榉		白		注
	树		青浦县		宝山县		青浦县		宝山县		上海县		
	青浦县	宝山县	上海县	青浦县	宝山县	青浦县	上海县	青浦县	宝山县	上海县	青浦县	宝山县	
叶	Pb	2.76±0.96	均为枝叶	20.16±18.24	3.28±0.48	15.69±8.87	3.86±1.04	均为枝叶	19.90±13.97	4.13±1.39	均为枝叶	宝山县	
	Cd	0.41±0.24	0.67±0.53	0.48±0.11	0.29±0.07	0.61±0.08	0.48±0.35	0.38±0.07	0.56±0.13	0.30±0.03	0.37±0.09		
	Zn	40.64±24.15	83.93±54.22	26.27±17.78		36.09±28.18	39.02±12.03	38.14±15.33	52.30±48.00	66.03±27.63	160.11±300.4		
	Cu	7.09±2.16	21.35±7.78	7.02±2.82	7.04±1.2	7.24±2.30	6.88±2.48	11.55±5.13	10.94±4.46	5.30±1.88	11.43±8.56		
树 皮	Pb	3.58±0.62		63.27±62.66	4.42±0.60	33.87±21.03	4.78±1.16		39.22±36.74	4.16±0.95			
	Cd	0.84±0.35		0.52±0.12	0.48±0.17	0.85±0.19	0.57±0.13		0.64±0.26	0.44±0.28			
	Zn	63.98±30.38		37.31±11.35		34.44±28.72	41.36±13.03		31.82±30.28	38.43±19.17			
	Cu	10.11±2.11		10.45±1.20	7.50±1.61	11.87±4.92	8.06±1.92		13.11±4.85	8.60±2.27			
木 质 部	Pb	0.80±0.62		3.05±2.09	1.50±0.67	1.76±0.54	1.03±0.43		2.89±1.87				
	Cd	0.25±0.24		0.19±0.05	0.09±0.02	0.20±0.06	0.12±0.03		0.26±0.25				
	Zn	22.05±7.56		5.51±0.92		5.29±1.10	22.57±9.46		5.30±1.07				
	Cu	5.53±3.55		8.23±2.92	5.49±1.88	8.13±2.18	6.63±1.54		8.53±3.56				
果 实	Pb					7.83±5.54							
	Cd					0.20±0.07							
	Zn					11.71±10.01							
	Cu					9.55±4.2							
草 本 植 物	灰 藜		一 年 蓬		苋		车 前		备 注				
	青浦县		宝山县		青浦县		宝山县						
	宝山县	青浦县	青浦县	宝山县	青浦县	宝山县	青浦县	宝山县					
地 上 部 分	Pb	3.02±0.84	3.47±0.94	0.78±0.21	7.67±5.33	0.36±0.05	青浦县一年蓬花中的重金属含量分析是: Pb 14.63 Cd 1.34 Cu 27.8						
	Cd	0.26±0.13	0.47±0.21	0.04±0.01	0.33±0.11								
	Zn	58.83±21.64	35.57±12.36	108.9±42.88	31.11±14.84								
	Cu	16.48±3.60	7.22±2.28	33.24±12.79	26.49±21.77								
地 下 部 分	Pb			2.06±0.72									
	Cd		0.36±0.11	0.09±0.03									
	Zn		47.58±21.57	43.33±18.61									
	Cu		15.29±6.69	4.45±1.84									

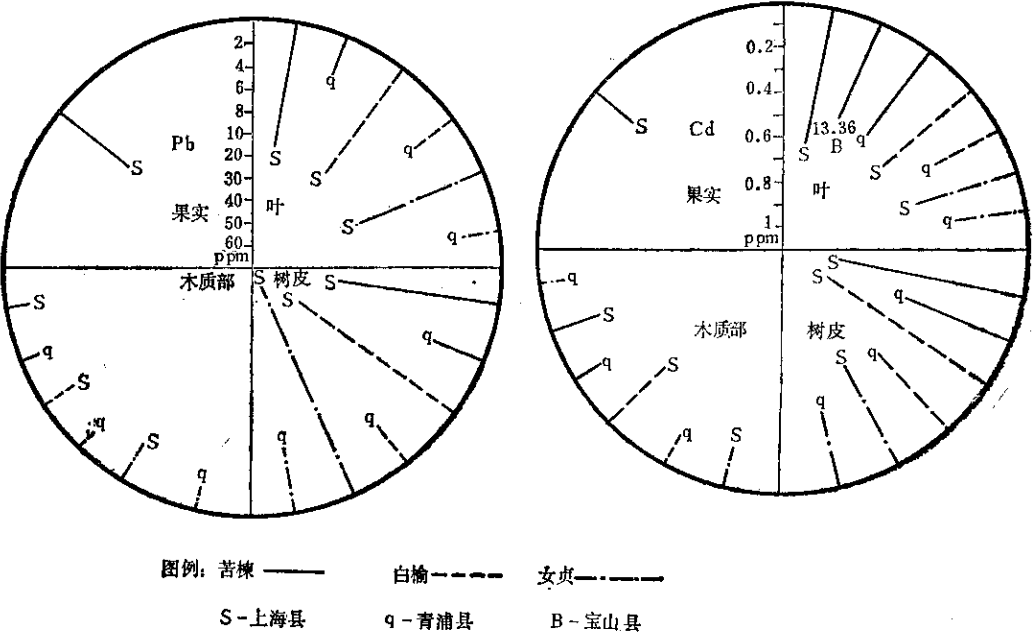


图 2 木本植物不同部位铅、镉含量的比较

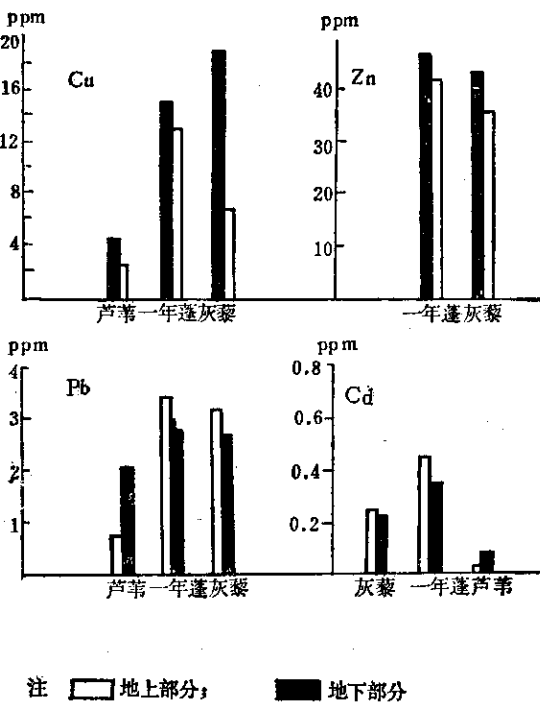


图 3 草本植物不同部位重金属含量的比较

植物体地上部分含铅量很高的原因，是由于根和叶片吸收环境中多量铅的结果，因而树

皮中含量也显得很高。

镉经植物的根和叶片吸入后，同样在植物体中的迁移是很缓慢的，植物体地上部分含镉量的增多，亦是同根和叶片吸收环境中多量的镉有关。

3. 各种高等维管植物对重金属具有很强的富集能力。

高等维管植物对重金属的富集能力，除随植物的种类不同而有明显的区别外，对不同重金属元素富集的能力也是不一样的(表 2)。

以上海近郊的上海县为例，根据各种木本植物对重金属的富集能力，可以清楚地看出，不同植物种类富集能力的顺序是：常绿的女贞>落叶的白榆>落叶的苦楝>落叶的柳树。植物体不同部位的富集能力是：树皮>叶>果实>木质部。就树皮来说，对铅富集能力最强的是女贞，对镉富集能力最强的是白榆；对锌、铜的富集能力虽有差异但不很大。就叶来说，对铅富集能力最强的亦是女贞，对镉富集能力最强的是苦楝；对

各种高等维管植物对重金属富集能力的比较(富集系数)

表 2

木本植物	女 贞		苦 楝	白 榆	柳 树	备 注
叶	Pb	0.51	0.45	0.53	0.12	苦楝果实为: Pb 0.34 Cd 1.11 Zn 0.14 Cu 0.85
	Cd	2.17	3.03	2.37	2.23	
	Zn	0.31	0.42	0.69	0.48	
	Cu	0.26	0.26	0.30	0.26	
树 皮	Pb	1.44	0.83	1.09	0.16	
	Cd	2.78	3.46	3.17	4.12	
	Zn	0.44	0.45	0.45	0.79	
	Cu	0.33	0.33	0.38	0.45	
木 质 部	Pb	0.10	0.06	0.16	0.04	
	Cd	0.78	1.11	1.28	1.22	
	Zn	0.06	0.45	0.15	0.26	
	Cu	0.25	0.25	0.27	0.20	
草本植物	一 年 蓬		灰 藜	芦 苇	车前(全株)	备 注
地上部分	Pb	0.15	0.13	0.03	0.33	一年蓬的花为: Pb 0.64 Cd 7.44 Cu 1.02
	Cd	2.89	2.14	0.89	2.00	
	Zn	0.87	0.39	0.16	0.14	
	Cu	0.82	0.31	0.47		
地下部分	Pb	0.12	0.12	0.09		
	Cd	2.00	1.39	0.50		
	Zn	0.56	0.52	0.51		
	Cu	0.56	0.69	0.16		

注:上海市土壤背景值(Pb23, Cd 0.18, Zn 85.5, Cu 27.3)引自汪雅谷等^[1]

锌、铜的富集能力以白榆最强。

在草本植物中,陆生草本植物地上部分对铅、镉的富集能力要比地下部分大,对锌、铜的富集能力则是地下部分比地上部分大;水生草本植物对铅、镉的富集能力有其特殊性,表现为地下部分>地上部分。从植物种类看,是一年蓬>灰藜,从植物体部位看,是枝叶>根,值得一提的是一年蓬花中的重金属含量也是很高的,是否具有普遍的意义,尚须进一步研究。

三、结语

植物与它生活所处的环境,是一个有机不可分割的统一整体,植物对周围环境的细微变化十分敏感,常常能对此作出种种积极的反应,这些反应常常是用以评价环境质量

的很好的指标。借助木本植物的树皮、叶和草本植物地上部分枝叶中污染物的含量,可以监测和评价环境质量。

当前,在针对环境污染采取各种有效对策时,重视对于生物环境的调查,生物与生物之间以及生物与非生物之间物质关系的研究,是十分重要的,它有助于我国尽快地能建立起一套完整和统一的评价方法体系。

参 考 文 献

- [1] 汪雅谷等,中国环境科学,3(2),23-27(1983)。
- [2] 黄舍一等,生态学报,2(2),139-147(1982)。
- [3] 刘金林等,环境科学研究,(1),8-29(1980)。
- [4] Mudd, J.B., RESPONSES OF PLANTS TO AIR POLLUTION, 159-175, New York, 1975.