

长期冶炼造成的多金属污染对不同土地利用方式耕地土壤螨群落的影响

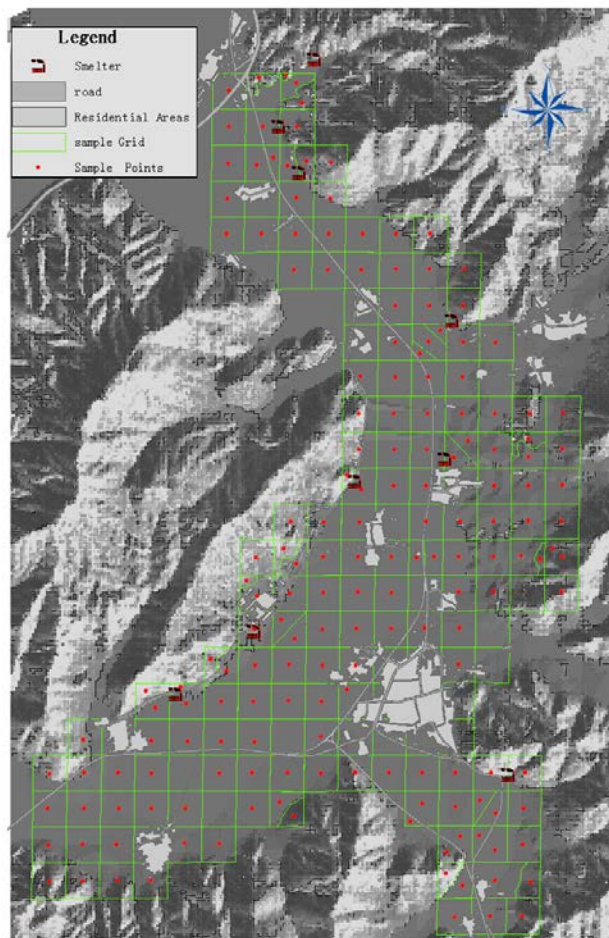
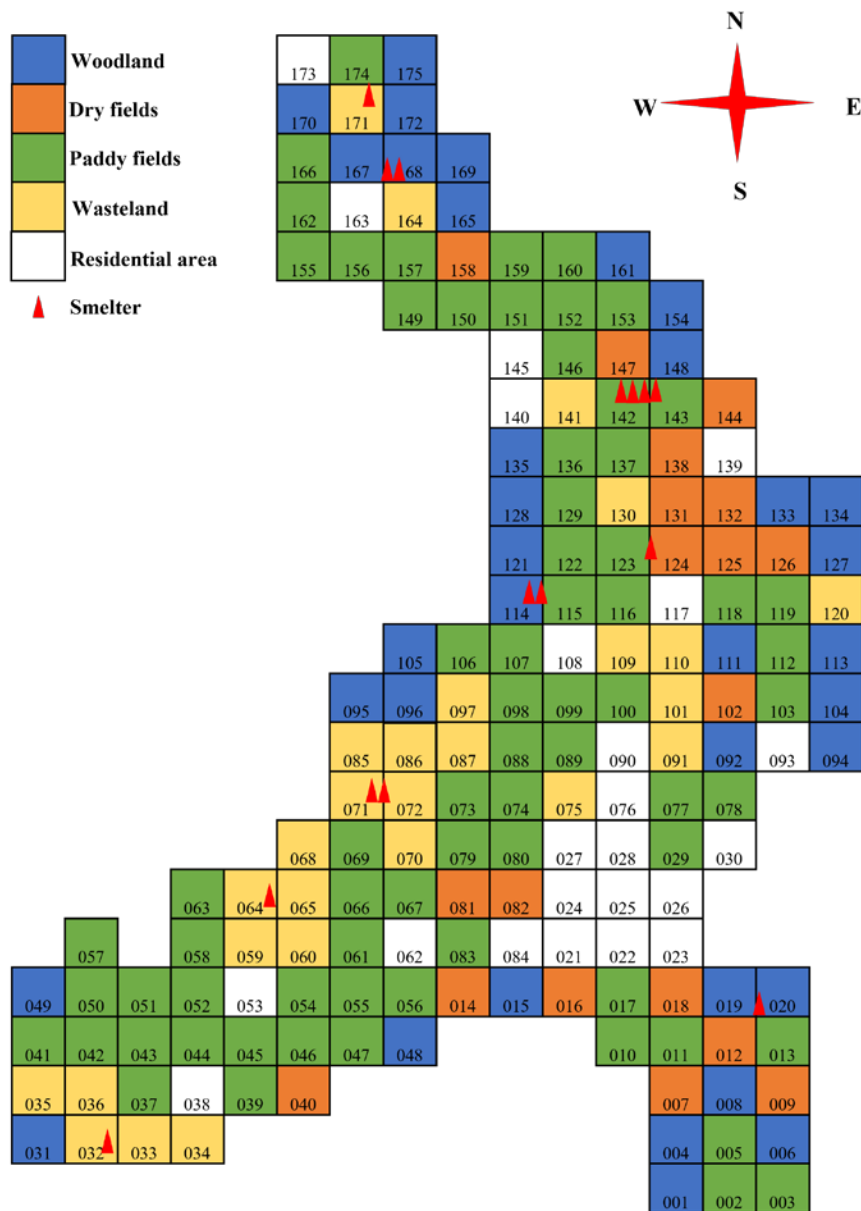
柯欣 (xinke@cemps.ac.cn)

中国科学院植物生理生态研究所

吴龙华 (lhwu@issas.ac.cn)

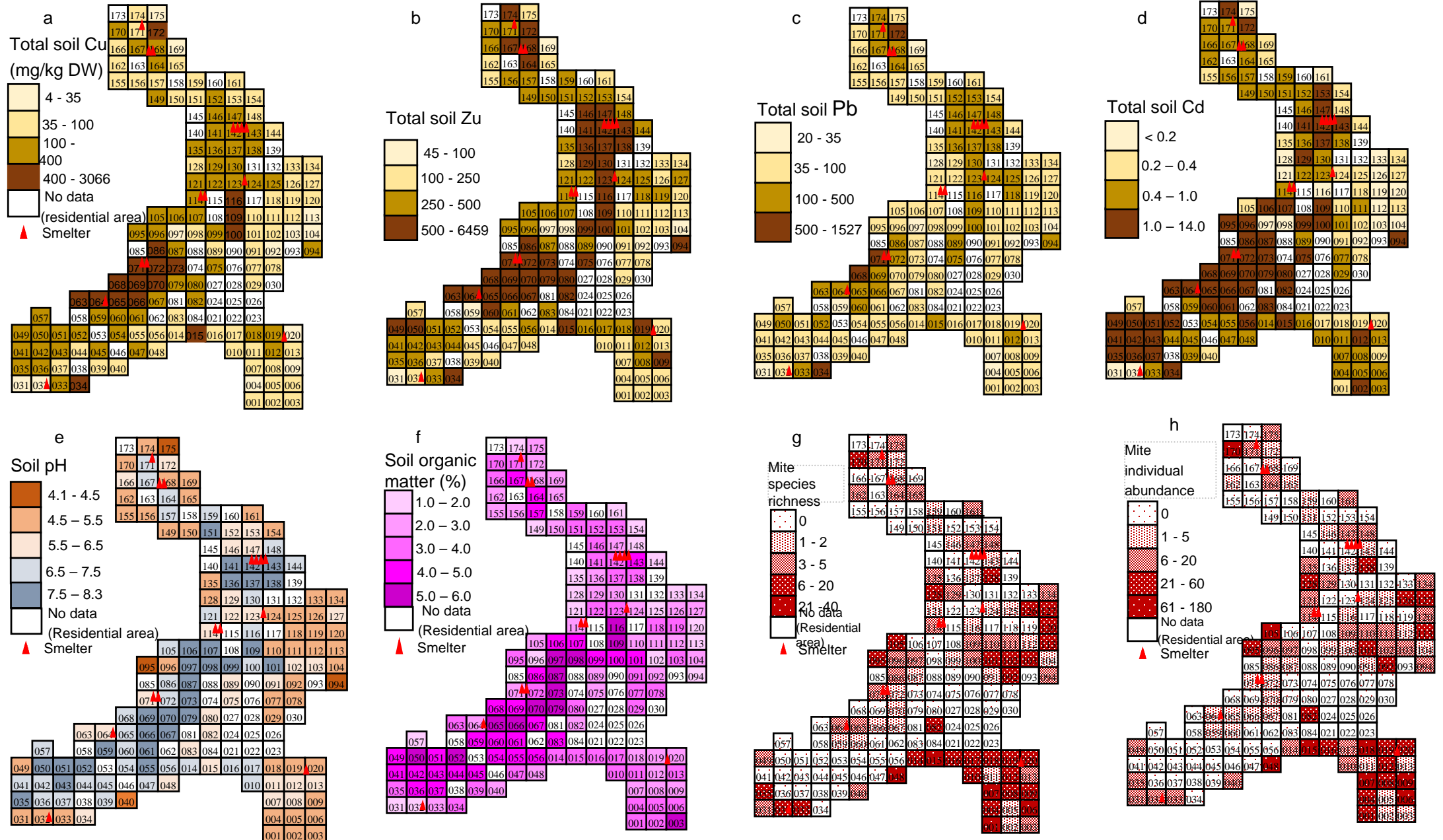
中国科学院南京土壤研究所

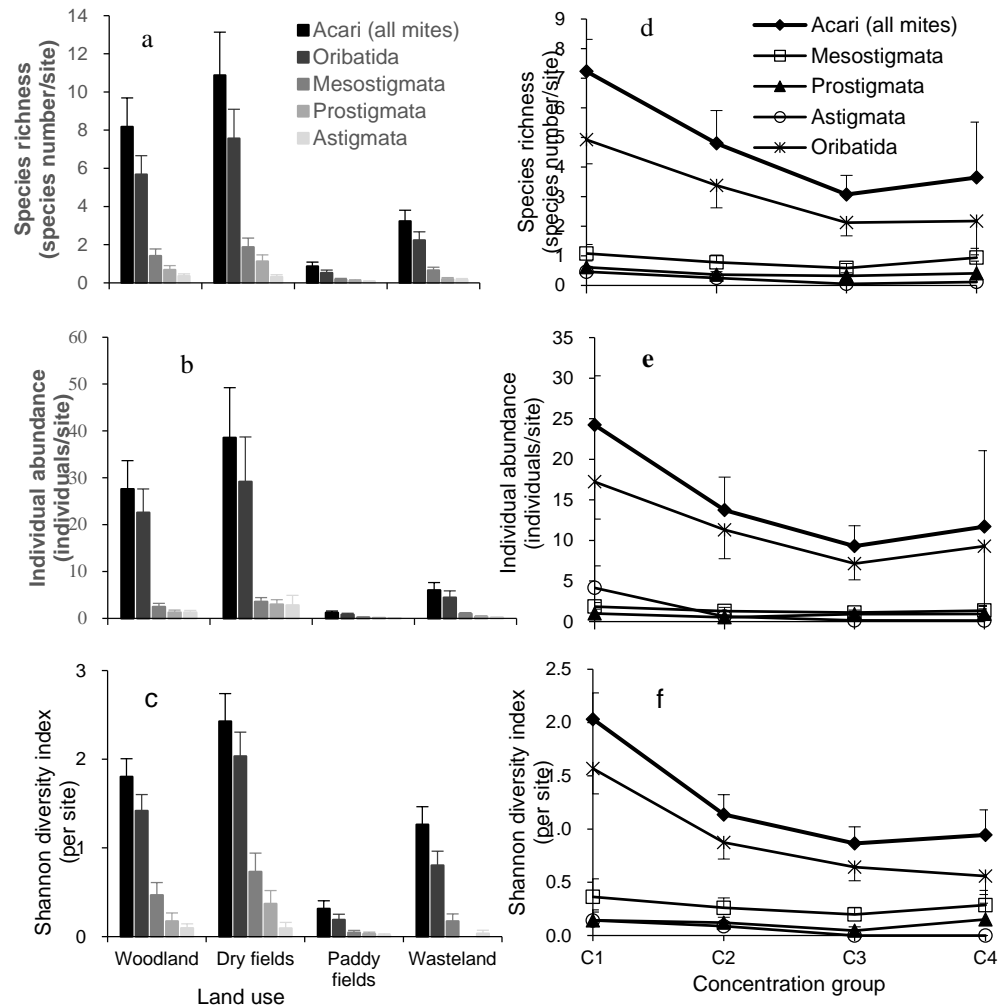
一、研究地点



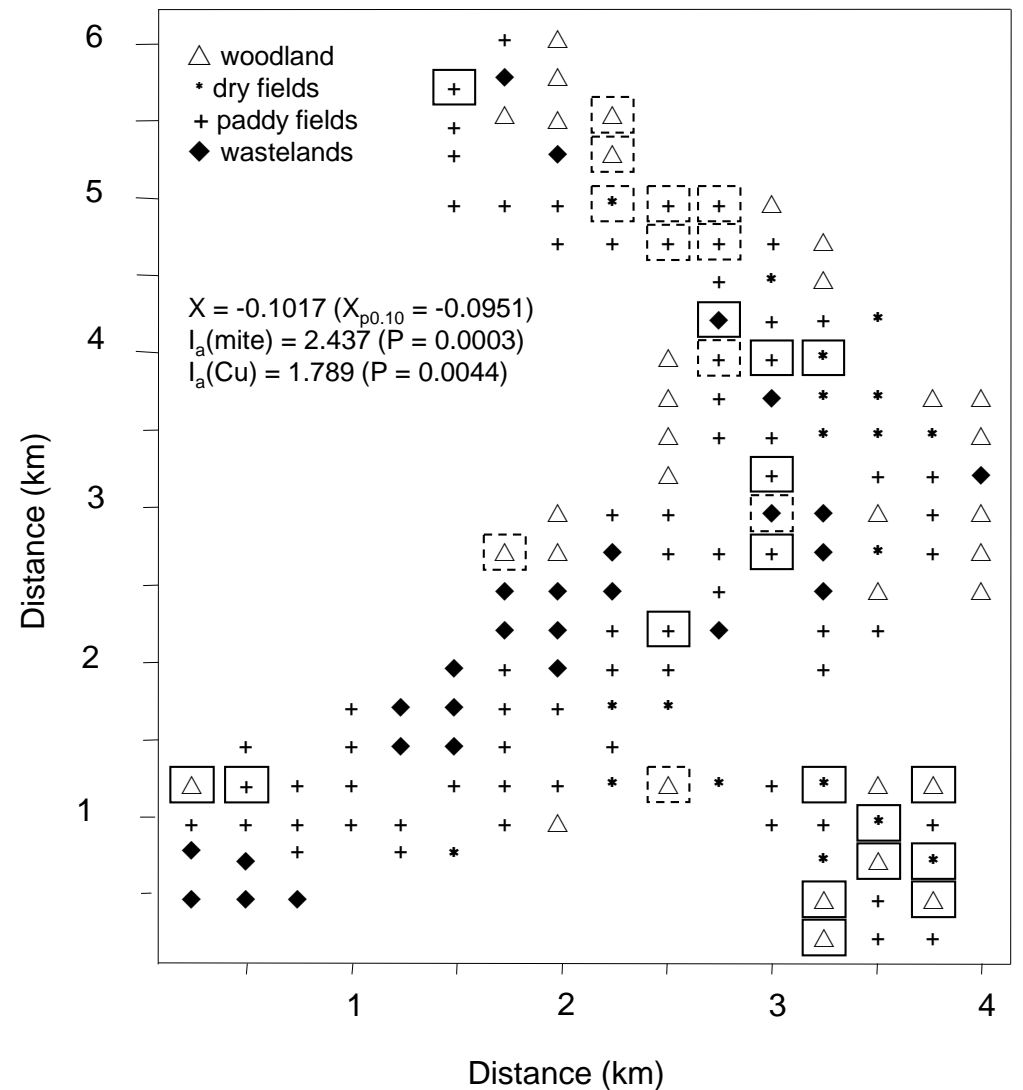
约11平方公里群山环抱的耕地，约11平方公里，包括四种土地利用类型：林地、旱田、水田和荒地，共分141个样点，每点面积，6.25公顷（250m×250m）。铜冶炼导致重金属污染逾10年。理想的生态学研究地点

二、重金属污染物、土壤因子、土壤螨分布





四种土地利用类型（林地、旱地、水田和荒地）研究样地的物种丰富度 (a)、个体丰度 (b) 和Shannon-Wiener多样性指数 (c)，四个浓度组（C1、C2、C3和C4）样地的物种丰富度 (d)、个体数多度 (e) 和Shannon-Wiener多样性指数 (f) 值：mean ± se，林地、旱地、水田和荒地的样地数分别为：n = 34、16、65和26，C1、C2、C3和C4样地数：n = 13、55、56和17



研究样地**螨种类数与铜浓度间**的原位空间点位关联图。实线框：显著性负相关（置信区间：90%）；虚线框：显著正相关（置信区间：90%），样地数：n = 141

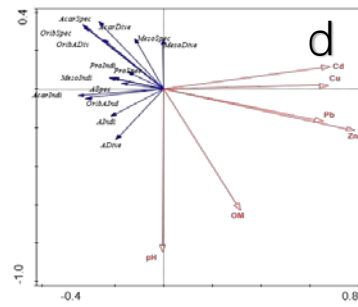
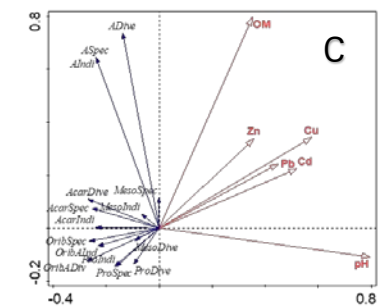
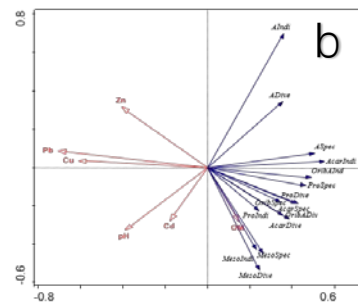
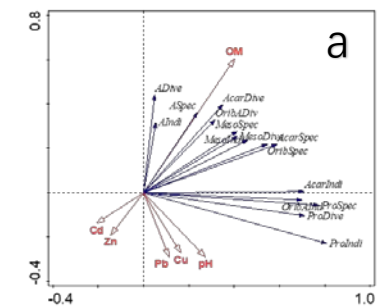
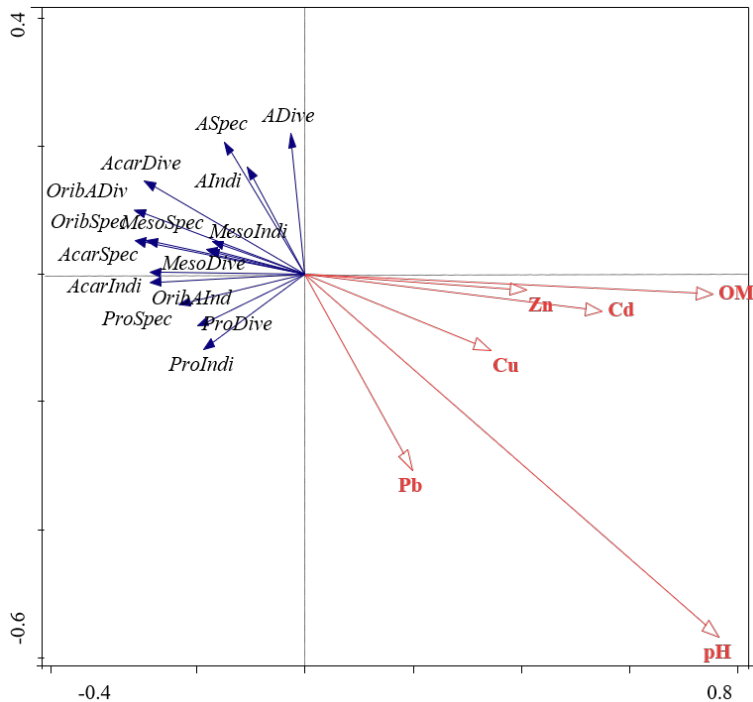


表1 所有研究样地（研究区域所有样地一起）和每一土地利用类型样地的 螨类特性（AcarSpec、AcarIndi、AcarDive、MesoSpec、MesoIndi、MesoDive、ProSpec、ProIndi、ProDive、ASpec、AIndi、ADive、OribSpec、OribIndi、OribDive¹）与环境因素（土壤中铜、锌、铅和镉、土壤pH和SOM）之间相关性的典范对应分析（RDA关系分析）的解释变量（Expl.var）及轴1（Axis1）和轴2（Axis2）的特征值，及轴1和所有轴（All axis）相关性的蒙特卡罗置换检验（置换次数 = 499）的 F 值，用于分析每一土地利用类型（Woodlands, Dry fields, Paddy fields and Wastelands）对这一相关性影响的相对贡献。

Study sites	Eigenvalues (%)		F		
	Expl. var.	Axis 1	Axis 2	Axis 1	All axis
All land uses	8.20	8.1	0.06	11.8	2.0
Woodland	48.9	48.4	0.07	25.4*	4.3*
Dry fields	28.9	26.9	1.4	3.3	0.6
Paddy fields	6.9	5.6	0.7	3.4	0.7
Wastelands	12.8	11.0	1.4	2.4	0.5

Note: * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

表2. 所有样地和每土地利用样地的螨类特性与环境因子间RDA相关分析的解釋变量特征值 (Expl)、相对贡献 (Cont)、和蒙特卡罗置换检验的F值, 用于分析各环境因子对这一相关性影响的相对贡献

Factors	All land uses			Woodland			Dry fields			Paddy fields			Wastelands		
	Expl	Cont	F	Expl	Cont	F	Expl	Cont	F	Expl	Cont	F	Expl	Cont	F
	(%)	(%)		(%)	(%)		(%)	(%)		(%)	(%)		(%)	(%)	
Cu	<0.1	0.1	<0.1	20.7	42.2	9.4*	0.2	0.6	<0.1	0.8	12.1	0.5	1.1	8.5	0.2
Zn	0.7	9.1	1.1	11.9	24.4	6.4*	13.4	46.5	2.2*	1.4	20.1	0.9	6.9	54	1.8
Pb	1.3	15.4	1.9	2.5	5.1	1.4	9	31	1.5	0.4	5.5	0.2	0.1	0.9	<0.1
Cd	0.2	3	0.4	5.8	11.8	2.1	3	10.3	0.5	0.1	1.8	<0.1	1	8.1	0.2
pH	4.7	58	6.9**	0.2	0.3	<0.1	2.9	9.9	0.4	3.6	51.9	2.4	2.1	16.2	0.5
OM	1.2	14.5	1.7	8	16.2	2.8	0.5	1.6	<0.1	0.6	8.6	0.4	1.6	12.3	0.4

表3. 每土地利用螨类特性与环境因素蒙特卡洛测试F值,
用于各螨类特性对这一相关性影响的相对贡献

Mites	Woodland		Dry fields		Paddy fields		Wastelands	
	Axis1 (%)	<i>F</i>	Axis1 (%)	<i>F</i>	Axis1 (%)	<i>F</i>	Axis1 (%)	<i>F</i>
AcarSpec	40.0	17.7*	25.6	3.3	7.1	4.4	23.3	5.5
AcarIndi	50.0	27.2*	30.8	4	5.8	3.6	12.5	2.7
AcarDive	32.1	12.8	53.3	10.3	8.9	5.6	20.5	4.9
MesoSpec	25.3	9.1	41.1	6.3	13.3	8.9	22.2	5.4
MesoIndi	27.6	10.3	52	9.7	8.9	5.7	12.8	2.8
MesoDive	24.8	8.9	48.4	8.4	4.7	2.9	19.2	4.5
ProSpec	68.8	59.6*	32	4.2	8.9	5.6	22	5.4
ProIndi	73.8	76.1*	25.9	3.1	8.4	5.3	12.5	2.7
ProDive	61	42.2*	22.8	2.7	5.2	3.2	—	—
Aspec	29.6	11.3	30.9	4	53.8	67.6*	7.3	1.5
Aindi	23.9	8.5	62.2	14.8	54.8	67.7*	7.4	1.5
Adive	22.2	7.7	27.5	43.4	70.4	13.8*	11.2	2.4
OribSpec	34.9	14.4*	24.1	2.9	7.4	4.7	21.5	5.2
OribIndi	49.0	26.0*	24.8	3	5.9	3.6	8.5	2.2
OribDive	24.5	8.8	42.3	6.6	9.9	6.3	14.1	3.1

结论

四重金属浓度达背景值的**31.0-275.0**倍。**98.5%**和**34.6%**样点分别超过《中国土壤质量标准》**最低**和**最高**污染等级。污染指数和生态风险指数可更精确、确定划分污染程度，但**不同指数适用不同程度污染**。

土壤螨物种丰富度（种数）和个体数多度（密度）的**分布与重金属分布**关联，有**负、正、不相关**，关联强度取决于土地利用。**螨群落特征**（各类群种数、密度、多样性指数）与重金属**强烈负相关**，其强度取决于**所用群落特征、重金属和土地利用**。**蜱螨亚纲**（所有螨）和**甲螨目**与**Cu和Zn**的关联比**Pb和Cd**更强，而且**林地和旱地**的反应比**水田和荒地**更强烈。

群落特征和物种多样性评价方法很重要，可**直接、客观、综合**地反映土壤状况和污染的影响。本研究结果有助于了解**高风险污染区**土壤生态系统中**涉及多环境因子**的小节肢动物与污染物间的**相互作用**，有助于改进土壤螨及其他土壤生物**保护和恢复**的评估方法和策略。


2003发表在

Environmental Science and Pollution Research
<https://doi.org/10.1007/s11356-023-25341-w>

RESEARCH ARTICLE



The effects of pollution by multiple metals derived from long-term smelting activities on soil mite communities in arable soils under different land use types in East China

Manping Liu¹ · Zhu Li² · Simin Li² · Fang Liang² · Chengwang Huang³ · Hui Pan³ · Jie Wu³ · Siyao Liu² · Limin Pu² · Peter Christie² · Jing Song² · Paul Henning Krogh⁴ · Xin Ke³  · Yongming Luo² · Longhua Wu²

Received: 28 August 2022 / Accepted: 11 January 2023

© The Author(s), under exclusive licence to Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2023



谢
Thanks!

