

松嫩平原西南部生态环境中的氟

孟宪玺 张丽萍 王宗义

(中国科学院长春地理研究所)

刘杰* 张丽虹 白淑琴

(白城地区环境监测站) (吉林省地方病第一防治研究所)

摘 要

松嫩平原西南部属东北平原的一部分,为一自然环境高氟区和地方性氟病高发区。

本文在研究该区土壤、粮食、蔬菜和居民饮用水等环境要素中氟的含量水平的基础上,指出以往作为饮用水源的浅层地下水含氟量高,是导致当地居民氟病发病率高的主导因素,取深层地下水替代浅层水作为饮用,是防治地方性氟病的有效途径。

氟是一种生命元素,是人体和动物体骨骼和牙齿的建造元素之一,并且直接影响碳水化合物和钙磷的代谢及酶的活性。人体和动物体含氟量过多或过少均会致病。

松嫩平原西南部是著名的高氟区,当地居民的健康受其危害严重。本文在调查该区生态环境中氟的含量、分布及居民多氟症发病率的基础上,探讨其相互关系,为氟病病因研究和防治途径提供科学依据。

一、区域环境特征

本区位于东北平原中部偏西,大兴安岭以东,松辽分水岭以北的广大地区。地势西高东低,略有倾斜。

本区属温带半湿润-半干旱气候的过渡地带,区内各环境要素均呈经度地带性变化,即由东向西降水量减少,干燥度增大,植被由草甸草原过渡为干草原。地面组成物质多为第四纪沉积物,由东向西粒度变粗,粘着性降低,生物积累减弱,钙质化过程增强,土壤依次为黑钙土、风砂土和栗钙土。由于气候干旱,有些河流下游断流,形成无尾河和内流区,地下水位较高,大片土壤出现盐碱化。

区内经济以农、牧业为主,无大型工矿和集中的污染源。人少地多,耕作粗放。

二、样品的采集、处理和分析方法

为探求氟病与生态环境间关系,本工作着重研究土壤、粮食、蔬菜和饮用水中的氟,共采集黑钙土、栗钙土、草甸土、盐碱土和风砂土等5个土类,103个剖面,261个样品;饮用水中旧民用井(浅层地下水)64个,防氟深井水45个,共109个样品;主要粮食作物玉米、

* 现在吉林省环境监测中心站工作。
本文于1988年10月3日收到。

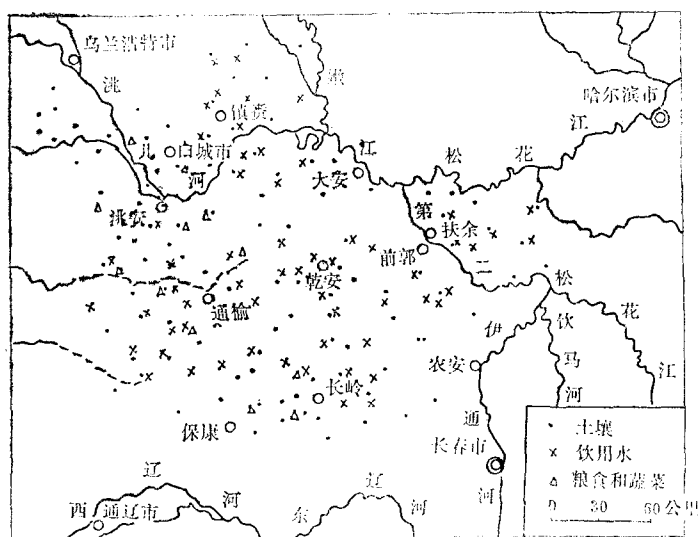


图1 工作区及采样点位置示意图
Fig.1 Schematic diagram of work area and sampling point

高粱、谷子、大豆等 4 个品种 46 个样品；主要蔬菜有白菜、马铃薯、黄瓜、角瓜、茄子、辣椒等 6 个品种 53 个样品。

土壤、粮食和蔬菜样品用塑料袋盛装，运回室内防尘风干，去除异物和杂质，混匀研细装瓶备用。水样用塑料瓶装，密封运回室内分析。

土壤中的氟，用氢氧化钠熔融土样，用水溶解熔块，在碱性条件下用氟电极法测定；粮食和蔬菜中的氟，在碱性条件下用水浸提，氟电极法测定；饮用水直接用氟电极法测定。

三、各生态环境要素中氟的背景含量

(一) 统计方法的选择

为了选择适当的统计方法，以使多样本的元素含量表达更接近实际，必须对元素含量的概率分布类型做统计检验。

用于检验分布类型的方法很多，其适用范围不一，并各有优缺点。本文共采用了四种方法，即 (1) Vistelius 置信带法、(2) Kormogorov-Smirnov 法、(3) Shapiro-wilk 法和偏度、峰度法进行综合判定，并借助电子计算机完成。

(二) 背景值的表示方法

背景值范围的表示由元素含量的概率分布类型决定。对于呈正态分布者，其背景值用算术均值 ($\bar{x}$) 加减标准差 (s) 表示，而呈对数正态分布者，则采用几何均值 (M) 除、乘标准差 (D) 表示。值得指出的是，在目前被采用的背景值范围的取值中，有的用 $\bar{x} \pm s$ 或 $M/D - M \cdot D$ ，有的用 $\bar{x} \pm 1.6s$ 或 $M/D^{1.6} - M \cdot D^{1.6}$ 、还有的用 $\bar{x} \pm 2s$ 或 $M/D^2 - M \cdot D^2$ 等等，各诉其理，尚难统一。本文采用 $\bar{x} \pm S$ 或 $M/D - M \cdot D$ 表示背景值范围，而将 $\bar{x} + 2S$ 或 $M \cdot D^2$ 值定为异常值下限，并将各环境要素中氟的背景含量列于表 1—4。

表 1 不同类型土壤中氟的背景值 (ppm)

Table 1 Background value of fluorine in different types of soil (ppm)

土壤(亚类)		剖面数	全 距	平 均 值	标 准 差	背 景 值 范 围	异常值下限
黑 钙 土		47	89.9—2589.6	909.2	674.9	234.3—1584.1	2259.0
其 中	典型黑钙土	6	125.2—352.5	213.7*	1.50*	142.1—321.5	483.4
	草甸黑钙土	15	89.9—1872.5	983.6	567.5	416.1—1541.1	2108.6
	碳酸盐黑钙土	26	96.5—2589.6	1023.1	726.8	296.5—1750.1	2476.8
草 甸 土		32	93.7—674.2	201.6*	1.55*	129.8—313.1	504.0
其 中	暗色草甸土	3	121.3—248.3	178.0	64.5	113.5—242.5	307.0
	碳酸盐草甸土	9	130.9—674.2	253.9*	1.71*	148.6—433.8	741.1
	盐碱化草甸土	20	93.7—371.3	186.4*	1.46*	127.2—273.0	399.8
暗栗钙土		5	116.7—663.3	288.4*	1.87*	154.1—539.8	1010.4
盐 碱 土		2	204.7—217.7	211.2	9.2	202.0—220.4	229.6
风 砂 土		17	47.7—101.7	72.9*	1.28*	56.9—93.2	119.3
其 中	固定风砂土	12	57.7—101.7	77.6*	1.24*	62.8—96.1	118.9
	半流动风砂土	5	47.7—99.7	63.0*	1.33*	47.5—83.7	111.2

有“*”号者为几何平均值和几何标准差,其余为算术平均值和算术标准差。

表 2 不同品种蔬菜中氟的背景值 (ppm)

Table 2 Background value of fluorine in varieties of vegetable (ppm)

品 名	样 本 数	全 距	平 均 值	标 准 差	背 景 值 范 围	异常值下限
白 菜	11	0.88—2.50	1.45*	1.42*	1.02—2.06	2.93
马 铃 薯	19	0.26—2.10	0.79*	1.65*	0.48—1.31	2.17
黄 瓜	6	1.14—2.90	1.98	0.60	1.39—2.58	3.18
角 瓜	7	0.56—2.26	1.08*	1.68*	0.63—1.81	3.04
茄 子	7	0.60—1.80	1.19	0.49	0.70—1.68	2.18
青 椒	3	0.74—0.90	0.81	0.08	0.73—0.89	0.97

* 同表 1。

表 3 不同品种粮食中氟的背景值 (ppm)

Table 3 Background value of fluorine in varieties of food (ppm)

品 名	样 本 数	全 距	平 均 值	标 准 差	背 景 值 范 围	异常值下限
玉 米	12	0.16—1.00	0.66	0.20	0.46—0.87	1.07
高 粱	11	0.20—1.20	0.60	0.32	0.27—0.92	1.24
谷 子	4	0.70—0.88	0.82	0.09	0.73—0.91	1.00
谷子(去壳)	8	0.36—1.54	0.74*	1.55*	0.48—1.15	1.79
大 豆	11	0.32—1.00	0.67	0.21	0.46—0.87	1.08

* 同表 1。

表 4 不同生态环境要素中氟的背景值 (ppm)

Table 4 Background value of fluorine in different essential factors in ecological environment(ppm)

名 称	样 本 数	全 距	平 均 值	标 准 差	背景值范围	异常值下限
土 壤	103	47.7—2589.6	506.7	612.5	—1119.3	1731.8
蔬 菜	53	0.26—2.90	1.07*	1.67*	0.64—1.79	3.01
粮 食	46	0.16—1.54	0.68	0.27	0.42—0.95	1.22
旧民井水	64	1.50—7.00	3.72	1.29	2.43—5.01	6.30
深机井水	45	0.20—1.74	1.02	0.42	0.61—1.44	1.86

* 同表 1。

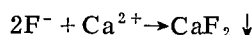
四、结果与讨论

(一) 土壤中的氟

由表 1 可见, 除黑钙土外, 各类土壤的全氟平均值多在 60—300ppm 之间, 背景值范围也在 40—400ppm 之间, 与国内广泛采用的土壤含氟量 200ppm 的出入不大。土壤类型不同, 其含氟量也有差异, 按其均值高低依次为: 黑钙土 > 暗栗钙土 > 盐碱土 > 草甸土 > 风砂土。其中黑钙土含氟量偏高 (均值 909.2ppm, 背景值范围 234.3—1584.1ppm), 风砂土含氟量偏低 (均值 72.9ppm, 背景值范围 56.9—93.2ppm)。

土壤含氟量与成土母质密切相关。本区成土母质大都是第四纪沉积物, 土壤中的氟主要赋存于微细颗粒中, 即粘质土壤一般较砂性土壤含氟量高, 这是导致本区黑钙土含氟量高于其它土壤的主要原因。

黑钙土类含氟量高还与当地环境地球化学条件有关。本区气候比较干旱, 土壤钙质化过程十分活跃, 尤其草甸黑钙土和碳酸盐黑钙土两个亚类, 土壤剖面通体含有碳酸盐, 土壤溶液和地下水大都被钙 (或镁) 所饱和, 呈微碱性反应。而 F^- 和 Ca^{2+} 有很强的化学亲和力,



使通过土壤的氟被拦截而以 CaF_2 的形式沉淀于钙积层中。钙可视为氟迁移的屏障。这就使黑钙土等富含钙质的土壤中氟的总量增高, 而水溶性氟并不太高。

草甸土和盐碱土所处的地形部位比黑钙土低, 更靠近元素迁移的末端和累积区, 土壤易溶盐含量增多, 含氟量也应随之增加。但是这些土壤, 尤其是盐碱化草甸土和盐碱土的盐分组成中钠离子显著增加, 并且取代了钙而占多数。 Na^+ 和 F^- 都有很强的活性, 它们的化合物 NaF 也易溶于水并随水迁移, 所以这些地区土壤溶液和地下水的氟含量都比较高, 土壤氟的总量并不太高。

土壤含氟量不仅在水平方向上因类型而异, 在垂直方向上的分布也不均匀, 不同的土壤发生层次的含氟量也不同, 总的趋势是, $C > B > A$ 。这说明本区成土母质高氟, 同时也是钙氟屏障作用的有力佐证。

(二) 不同品种农作物 (粮食、蔬菜) 中的氟

据已有资料, 通常农作物干物质中的含氟量都在 1ppm 左右, 本区各种作物含氟量 (表 2、3) 也大体相近, 均值都在 0.6—1.98ppm, 背景值范围也大多在 0.3—2ppm 之间。仅个别品种 (如黄瓜) 含量稍高。如果将本区农作物的含氟量与其它国家及国内其它地区相比, 可以看出农作物含氟量的地区差异并不大。但不同作物品种的含氟则不尽相同, 按其均

值大小排列依次为:

粮食: 谷子>大豆>玉米>高粱。

蔬菜: 黄瓜>白菜>茄子>角瓜>青椒>马铃薯。其中黄瓜和白菜的含量偏高。

本区无大气氟污染, 植物中的氟主要来自对土壤氟的吸收。研究表明, 土壤的含氟总量与植物中氟的相关性并不明显。因为植物通过根系从土壤中吸收氟的多少主要决定于植物的种类, 决定于植物对氟的吸收和选择能力。

(三) 饮用水中的氟

饮水是人体氟的主要来源, 所以对饮用水中含氟量的研究尤为重要。按国际标准规定, 饮用水含氟量的宽限为 $0.18\text{--}1.7\text{mg/L}$, 下限为 $0.6\text{--}0.9\text{mg/L}$ 。我国规定的饮用水含氟适宜浓度为 $0.5\text{--}1.0\text{mg/L}$ 。含氟少于 0.5mg/L 时, 可能导致龋齿, 含氟高于 1mg/L 时, 则易患氟斑牙, 严重者可能发展为氟骨症。

本地区地下水含氟背景值高, 居民饮用水(旧民用浅井)的含氟量均值为 3.72ppm , 背景值范围在 $2.43\text{--}5.01\text{ppm}$ 之间(表4), 超过了国家规定的饮用水标准1—4倍, 长期饮用高氟水必然产生病患, 所以很久以来本地区就是氟病重病区, 发病率高, 病情也较严重, 氟病发病率平均高达 88.6% , 氟斑牙的发病率达 61.6% , 氟骨症的发病率为 5.16% 。据统计, 本区地方性氟病发病率与饮用水含氟量呈显著正相关($P<0.05$)。

本区浅层地下水含氟量高是由其特定的自然环境所致。平原内部地势平坦, 处于多条河流的下游和无尾河的末端, 众多河流在此汇集或散失于地下, 降水量少, 蒸发量大, 气候干燥, 地下水位又高, 在碱性条件下有利于氟在地下水中的聚集和浓缩, 使氟的浓度不断增大, 造成浅层地下水含氟量很高。当地居民长期饮用的旧井水正是这种水, 所以导致病患。

为免除旧式民用井高氟之害, 近些年来在来病严重的村屯打了许多防氟深井, 取第一隔水层以下的深层水作为饮用水。这些水层普遍具有一定的承压作用, 水量丰富, 但多数尚不能自流, 配有电机抽水。其含氟量远较浅层地下水低, 均值 1.02ppm , 背景值范围为 $0.61\text{--}1.44\text{ppm}$ (表4), 接近我国饮用水含氟量标准。根据十多年来饮用效果观察, 凡长期坚持饮用深井水的村屯, 基本控制了氟病的发生。

综上所述, 导致本地区成为地方性氟病高发区的最主要原因, 是饮用水的含氟量过高, 至于其它环境要素, 如土壤、粮食、蔬菜等, 都不同程度地对氟病起一定作用, 但不能成为主导因素。所以, 饮用水质量的改善就成为本地区地方性氟病防治的根本途径之一。

参 考 文 献

- 刘英俊等 1984 元素地球化学。科学出版社。
朱育惠等 1985 中国医学百科全书地方病学, 上海科学技术出版社。
A.N.彼列尔曼(王明远译)《氟的表生地球化学》, 地理环境污染及其危害。115—121。

FLUORINE IN ECO- ENVIRONMENT IN SOUTHWESTERN OF SONG-NEN PLAIN

Meng Xianxi Zhang Liping wang Zongyi
(Changchun Institute of Geography, Academia Sinica)

Liu Jie
(Baicheng Station of Environmental Monitor)

Zhang Lihong Bai Shuqin
(The First Control and Reserch Institute of Endemic Disease, Jilin Province)

The southwestern Song-Nen plain is one part of Northeast plain of China. In this area, both F content and the incidence of local F diseases are very high.

The paper is based on the study of F content level in some local environmental factors including soil, food, vegetable and drinking water. It points out that F content in shallow layer underwater used as the drinking water before is high. It is the main factor of causing high incidence of local F diseases. It also suggests that drinking deep-layer underwater instead of shallow layer underwater is an effective way to control local F diseases.