



北京西郊地下水氮污染与农田施肥和污水灌溉关系的探讨

董克虞 陈家梅 王庆敏 黄德明

(北京市农林科学院)

北京西郊位于西山山前冲积(洪积)扇上,地下水储藏丰富,是西郊工农业生产的水源地和本市最大的两个自来水厂(水源三、四厂)的所在地。西郊地下水和地表水一样,大致为自西向东流,处于本市地表、地下水的上游。因此,保护西郊地下水免遭污染对保障首都工农业生产和人民健康都有重要意义。

1981—1982年,我们参加了“北京西郊水源地保护措施研究”协作组,对地下水中氮污染状况进行了调查和研究,并结合该地区农田施肥和污水灌溉等问题对氮污染原因进行了探讨。

调查和实验方法

一、西郊地下水、地表水污染现状调查

在西郊北起清河,南到丰台,西起石景山,东到阜城门,面积约300平方公里的地区,设地下水采样点25个;在6月和10月分两批采样,共收集水样50个。

二、农田施肥及污水灌溉状况调查

调查北京市及西郊地区1970—1981年间化肥、有机肥施用量和作物增产状况,并对农田中氮、磷、钾的输入和产出情况进行了统计分析。

三、室内模拟实验

1. 淋溶渗滤试验 实验处理见表9,采用内径15厘米的硬质塑料管,内装草甸褐土50公斤。分三次加入淋溶水,共20升,分别采集淋溶水和渗出液,测定氮素含量。

2. 盆栽模拟实验 实验采用上釉盆钵,

内装清灌土壤20公斤,种植蕃茄、油菜等作物。施化肥四次,每次3—5克/盆(见表5)。施肥后灌水,收集渗出液,测定含氮量。

结果和讨论

一、地下水中氮素污染状况

水中氮素检测结果表明,北京西郊地下水中各种氮素都有检出(见表1,含氮量以氮计,下同),硝态氮含量最高。我国还未制定饮用水中氮素含量标准,美国(1962)^[1]和世界卫生组织(1971)^[2]都先后制定和颁布了饮用水中硝态氮含量标准(10 ppm)。从表1可见,北京西郊地下水中硝态氮平均值(5.78 ppm)虽未达到上述标准,但丰水期平均检出量(10.73 ppm)已超过卫生标准,最高检出量27 ppm,是标准的2.7倍。超标样品占整个样品的40%。上述表明,北京西郊地下水受到硝酸盐的污染。

由于八宝山岩基隆起,北京西郊地表水、地下水分为两支:一支流向水源三厂,是该厂补给水源,长河-清河水系是该地水系的渗漏补充地区;另一支流向水源四厂,莲花河-凉水河水系是该地下水系渗漏补充地区。从表2可见,水源四厂补给区地下水污染比三厂重。同一水系不同季节含量差异较大,丰水期比枯水期含量高11—13倍。水源三、四厂生产井中硝态氮含量比该水系其他井含量高。

二、地下水污染原因分析

上节所述已充分表明,北京西郊地下水

表 1 北京西郊地下水氮素含量(ppm)

取样时间	N 素形态 含量	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₂ -N	有机氮
		枯水期 (6月中旬)	含量范围	0.015—2.072	0.012—0.103
	平均值	0.867	0.0386	0.00126	0.08376
丰水期 (10月中旬)	含量范围	1.279—27.03	0.023—0.097	0.000—0.0072	0.001—0.058
	平均值	10.73	0.0495	0.00156	0.0202
全 年	检出率(%)	100	100	97	100
	平均值	5.78	0.044	0.0014	0.0519

表 2 水源三、四厂补给区地下水中硝态氮含量(ppm)

三厂补给区			四厂补给区		
取样地点	含 量		取样地点	含 量	
	枯 水 期	丰 水 期		枯 水 期	丰 水 期
卧佛寺	0.285	3.23	特钢	0.380	4.56
北坞	0.015	1.29	首钢	0.105	4.33
门头村	0.207	20.04	衙门口	0.353	4.67
巨山农场	1.255	9.52	重型机床厂	0.386	4.13
西冉村	1.093	12.80	丰台	1.089	11.77
兰靛厂	0.766	6.42	小井	0.935	16.09
龚村	0.575	6.20	马莲道	1.743	20.15
西郊木材厂	0.676	8.40	五里店	0.826	9.35
军政大学	0.90	9.80	水源井 1 号	2.072	27.03
沙窝	0.548	7.16	水源井 2 号	1.441	19.54
什坊院	1.691	18.65	\bar{x}	0.879	12.15
水源井 1 号	1.937	20.72			
水源井 2 号	1.015	12.30			
\bar{x}	0.846	10.50			

表 3 北京及海淀区等地 1978—1980 年化肥年平均施用量

地 区	氮肥总量 (N, 吨)	磷肥总量 (P ₂ O ₅ , 吨)	单位耕地面积施用量 (斤/亩)		单位播种面积施用量 (斤/亩)		N:P ₂ O ₅
			N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	
全 市	93179.3	13389.0	29.14	4.18	18.12	2.60	1:0.14
丰 台 区	2512.5	105.8	26.84	1.13	14.72	0.62	1:0.04
海 淀 区	3636.8	339.9	32.18	3.01	19.51	1.82	1:0.09
石 景 山 区	308.1	2.1	28.07	0.19	15.47	0.11	1:0.01

存在硝态氮的污染。污染原因是多方面的,如人口密度增加,地下水过量开采,工业三废的排放及各种生活污染源(厕所、粪坑、牲畜圈等)都可能使地下水中硝态氮含量增加。下面仅从农业生产的角度,即农田施肥和污水灌溉方面对污染原因进行探讨和分析。

1. 地下水污染与农田施肥的关系

从表 3 可见,1978—1980 年北京市化肥年平均用量,氮肥(以氮素含量计)为 93179.3 吨,单位耕地面积平均施氮肥 29.14 斤,单位播种面积平均施氮 18.12 斤,西郊海淀、丰台、石景山等地施肥水平与北京市平均施用量相差不多。按全国化肥区划所规定的,单位播种面积施肥标准(大于 20 斤氮/亩为高,10—20 斤氮/亩为中)来划分,北京市和西郊施肥水平尚属中等。有机肥施用更少,统计结果表明,京郊地区有机肥给土壤提供的氮素平均每亩为 10.8 斤,占农田总施肥量的 26.3% (见表 4)。因此,在化肥施用量为中等水平的情况下,认为地下水中硝态氮的污染是由于过量施用含氮化肥造成的,这是不科学的说法,至少是片面的。然而,地下水中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量与施肥有无关系?我们认为有关。从近郊粮田、菜地养分产出与投入分析来看,投入农田的氮肥是作物吸收利用(产出)量的 1.5—2.0 倍,有大量的氮素滞留于土壤中未被作物吸收利用。长此以往,残留于土壤中的氮素有可能污染地下水。我们认为造成投入与产出不平衡的原因有三:第一,化肥用量虽属中等水平,但有机肥施用量太少,影响了化肥肥效的发挥;第二,氮、磷、钾比例不合理,这是氮肥利用率低的主要原因。北京市土壤含钾丰富,在目前尚可满足作物需要,而氮和磷主要靠外界供给。农业部专家提出,二者比例应达 1:0.5,而实际施化肥时,二者比例仅为 1:0.01—0.20 (见表 3)。与先进国家相比,北京氮肥用量不算少,但磷肥太少。这种不合理的施肥方法,不仅浪费肥料,提高生产成本,也造成了环境污染。第三,施肥过于

集中。从氮肥销售量来看,销售高峰在 3 月和 7 月。3—7 月的销售量占全年销售总量的 80% (见图 1)。北京 7—8 月是雨季,雨季前大量施用氮肥,加上产出与投入不平衡,将加剧地下水污染。丰水期(10 月)含氮量比枯水期(6 月)高与这种施肥高峰存在有关。

表 4 京郊地区有机肥及化肥提供的氮素量

肥料种类		N(吨/年)	占有机肥和化肥总量的百分率(%)
有机肥	畜禽类	32797.0	25.0
	人类稀	1250.0	0.9
	垃圾	192.4	0.2
	绿肥	312.4	0.2
合计		34551.4	26.3
化肥(1970—1980 年平均)		96855.0	73.7

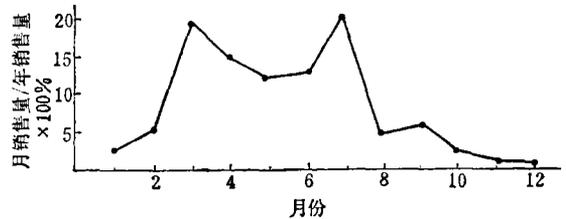


图 1 1980 年北京市各月氮肥(以氮计)销售量与全年销售量的比值(%)

盆栽实验证明,大量施用氮肥后,盆内渗出液中硝态氮含量显著增加(见表 5),说明氨态氮很容易转化为硝态氮,并随水流失。

表 5 施氮肥后盆栽土壤渗出液中氮素含量(ppm)

处 理	$\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{NH}_4\text{-N}$
不施肥	0.84	0.42
每次每盆施碳铵 5 克(共 4 次)	5.8	1.02
每次每盆施尿素 3 克(共 4 次)	3.5	0.36

2. 污水灌溉与地下水污染的关系

西郊污灌农田分布在石景山、海淀及丰台等地,污灌面积 3.3 万亩(见表 6)。随污水进入灌区的总氮量为 6.4 万斤,折合每亩耕地

平均施氮 20 斤,灌区化肥用量如按全市平均 30 斤(N)计,则灌区耕地氮肥总施用量达 50 斤(N),施肥量超过了全国农业区划所规定的高水平标准。污水含磷很少,总磷量低于 3ppm,与不合理施用化肥一样,由于氮磷比例不合理,土壤氮磷不平衡状态将加剧,氮在土壤内大量滞留有可能对地下水造成污染。

表 6 西郊污水灌溉概况

灌区	主要污水来源	污灌面积 (万亩)	污灌时间 (年)
石景山钢铁废水灌区	首钢污水	1.6	30
八大学院污水灌区	八大学院污水干线	0.8	32
苏州街泵站污水灌区	苏州街泵站	0.4	15
其它污水灌区	黑山洼泵站,零号井	0.5	10—20

西郊各灌区土层较薄,一般 0—4 米。在靠近永定河东的石景山、芦沟桥和丰台等地,其厚度仅 0—2 米,此区恰为首钢污水灌区。据水文地质部门分析,该灌区两条污水排放沟(莲花河与水衙沟)渗入地下的污水达 2600 万方/年。灌区干、支、斗渠每年 3—12 月常流污水,渗漏量也是一个不可忽视的因素。影

响田间渗漏的因素很多。据测定,灌区稻田渗漏量为总灌水量的 74%,统计石景山公社 1975 年占耕地面积 25% 的 2420 亩稻田的总渗漏量为 627.5 万方,旱田的渗漏量比稻田少些。由此看来,污灌虽能渗漏补给地下水,但与污水排放沟和渠道渗漏比较,还是小得多。

由于污灌增加了土壤中氮素投入量,灌区渠道、排污沟又存在渗漏的问题,使位于石景山污水灌区下游的水源四厂地下水中硝态氮含量比污灌面积小的三厂地下水含量高(见表 3)。

以上田间调查结果在室内淋溶模拟实验中得到证实(见表 9)。从表中可见,无论是清灌土壤或污灌土壤、淋灌污水后土柱渗液中的硝态氮含量显著增加。含氮高的污灌地和垃圾堆放场的土壤 NO₃-N 渗出量更多。

几 点 建 议

上述调查和实验结果表明:(1)北京西郊地下水受到硝态氮的污染。丰水期(10月)比枯水期(6月)污染严重;水源四厂比水源三厂污染严重;水源厂开采井的污染比补给区其他井污染严重。(2)北京市化肥用量虽属

表 7 西郊地表水含氮量

(以N计, ppm)

农 灌 污 水			河 水		
水 系	地 点	含 氮 量	河 系	地 点	含 氮 量
石钢废水	总干渠	9.0	永 定 河	三家店	0.23
	新干渠	6.9		芦沟桥	0.20
	水衙沟	10.2	大石河	大石桥	0.09
八大学院污水		10.0	京密引水渠	昆明湖出口	0.29
北京军区污水		11.9			
苏州街泵站污水	六郎庄桥下	11.3			

表 8 西郊农灌水量及随水入田氮肥量

污灌水总量 (万吨)	污灌总面积 (万亩)	年灌水量 (m ³ /亩)	年灌溉次数 (次/亩)	每次灌水量 (方/亩)	随水入田氮肥量 (N,斤/亩)
3705.7	3.3	1100	20—40	30—40	20

表 9 室内淋溶渗漏实验结果

实验土壤	不同淋溶水的渗出液内硝态氮含量(ppm)		
	蒸馏水	水衙沟污水	双紫支渠污水
三厂清灌土壤	0.037	0.077	0.055
四厂清灌土壤	0.050	0.066	0.095
污灌区土壤	0.057	0.083	0.266
垃圾堆放土壤	0.097	1.210	0.119

中等水平,由于有机肥与磷肥用量太少,施肥时间过于集中,造成氮素投入量大于产出量。大量的氮素滞留于土壤是造成水源三、四厂地下水污染的原因之一。(3)北京西郊污水灌区土层薄渗漏快,污水含氮多、含磷少,加剧了土壤中氮磷的不平衡而增加了土壤中氮的滞留量和下渗量。污水灌溉是水源四厂比三厂污染严重的原因。

综上所述,我们提出以下几点防治污染

的措施和建议:

1. 在水源三、四厂地下水补给区要控制化肥用量,多施磷肥、少施氮肥。将 N/P_2O_5 之比从 1:0.01—1:0.20 提高到 1:0.5 以上。在污水灌区更要少施或不施氮肥,多施磷肥。

2. 水源厂水位降落漏斗区的农田生态环境要严加保护,该地区的农田不施含氮化肥,土壤中氮素消耗以有机肥和绿肥来补充。

3. 建议在水源三、四厂地下水补给区内不发展污水灌溉。在全面禁止污灌前对污水干渠及排污沟要采用切实可行的防渗措施。

参 考 文 献

- [1] 美国环境保护局,(许宗仁译),水质评价标准,125—129页,中国建筑出版社,1981年。
- [2] 肖传方,中国环境科学,3(1),77—80(1983)。
- [3] 浙江农业大学,庄稼与磷肥,人民日报,第四版,1983.5.12。

京津廊坊地区风沙污染及防治对策研究*

高尚武

陆鼎煌*

(中国林业科学研究院)

(北京林学院)

风沙是由风将地面尘沙吹起悬浮在空气中的颗粒物。风沙颗粒由于其本身的化学组成或作为微生物的载体,对人类都是有害的。每年全球由风沙输入大气小于 20 微米的颗粒物达 0.5—2.5 亿吨^[1],所以风沙是大气气溶胶的重要来源。

风沙影响能见度,妨碍运输和交通。由于风沙的磨蚀作用,常使室外文物、建筑、艺术珍品遭受损坏。风沙吹蚀作用可使春播作物缺苗断垄以至毁种,对农业造成危害。

一、京津廊坊地区风沙状况

据资料统计,本区年平均风沙日 17.4 天,平均 22 天有一个风沙日。其中,天津市风沙

日最多,年平均达 29.2 天;北京、廊坊、宁河次之,平均 20—21 天;怀柔、蓟县最少,平均为 8—11 天(见表 1)。

据统计,城市的平均风沙日均多于郊县。从地区分布来看,廊坊风沙最多,年平均达 18.9 天。天津次之,北京最少。本区风沙主要集中在春季,平均约占 55%,春季中又以四月风沙日为最多。从风沙历年变化趋势看,有明显的差异。例如北京五十年代风沙较多,每年平均有 60 天,平均每月 5 天。六

* 本文由陆鼎煌主笔,参加工作的有中国林业科学研究院崔森、李重和、姜维维;天津林果所张铎;廊坊地区环办赵连惠、张桂芹。还有李青、郭舜华、董若砖、白秀兰、莫志明等也参加了资料收集和计算工作。