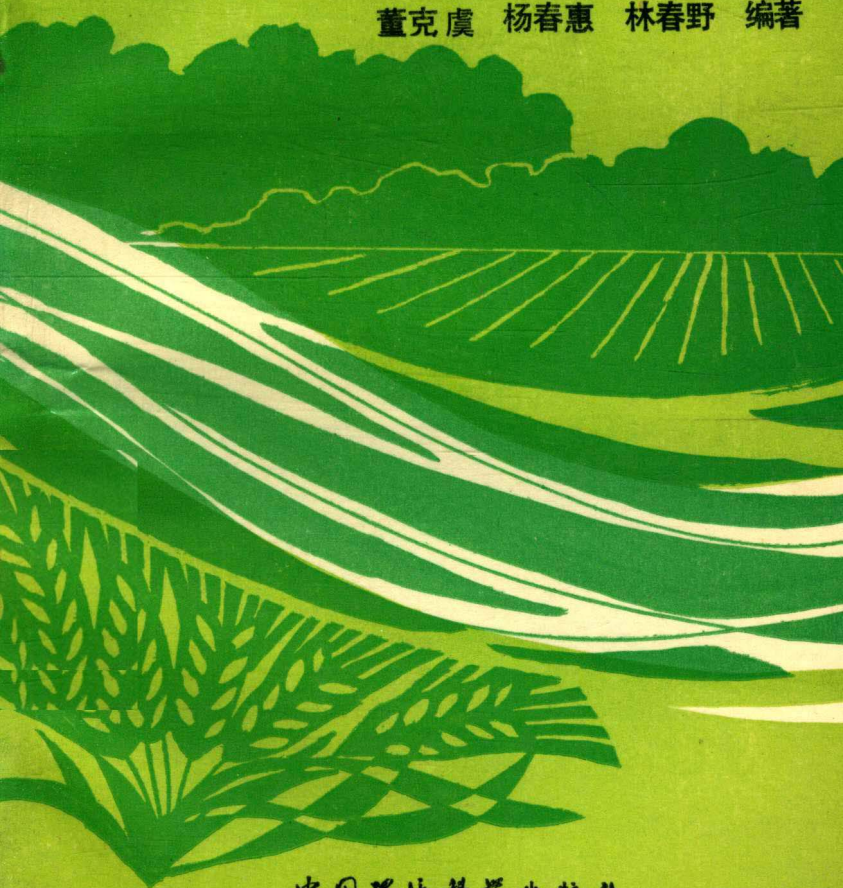


北京市 污水农业利用区划的研究

董克虞 杨春惠 林春野 编著



中國環境科學出版社

北京市污水农业利 用区划的研究

董克虞 杨春惠 林春野 编著



中国环境科学出版社

1993

(京)新登字089号

内 容 简 介

本书从保护农业生态环境、保护地下水源、综合利用污水资源的角度出发,收集了多年的调查研究,区域评价,室内模拟等研究成果。内容丰富、科学性强、适用性广,对缓解北京市水源危机,科学地进行污灌有重要意义。

本书可供全国从事农田污灌研究的人员借鉴和参考,同时对制定国土整治规划,污水人工处理决策也有一定参考价值。

北京市污水农业利用区划的研究

董克虞 杨春惠 林春野 编著

责任编辑 周 煜

*

中国环境科学出版社出版

北京市崇文区北岗子街8号

北京市通县永乐印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

*

1994年8月第一版

开本 787×1092 1/32

1994年8月第一次印刷

印张 6 1/8

印数: 1—1 000

字数 136千字

ISBN 7-80093-439-X/X·761

定价: 8.50元

前 言

北京市是水资源匮乏的城市，年平均缺水量 1.2 亿吨，特殊干旱年份供需差额可达 11.65 亿吨。由于水资源短缺，50 年代北京郊区农民就自发地利用城市污水灌田，目前已有污灌农田 120 万亩。为了科学地引污水灌溉，我们编写了《北京市污水农业利用区划的研究》一书，旨在改变北京市被动污灌的局面和合理地开发利用污水资源。

本书从保护农业生态环境、保护地下水源、综合利用污水资源的角度出发，收集了多年调查研究、区域评价、室内模拟等研究成果。内容丰富、科学性强、适用性广，对缓解北京市水源危机、科学地进行污灌有重要意义。也可供全国 23 个省市自治区、1098 万亩污水灌溉农田借鉴和参考。对制定国土整治规划、污水人工处理决策也有一定参考价值。

本书由北京市农林科学院农业环境保护研究所董克虞副研究员、林春野助理研究员、北京市水文地质工程地质大队杨春惠工程师主编。在编写过程中得到北京市农林科学院农业环保植保研究所张芝利所长（研究员）、北京市水文地质工程地质大队冯一平、王文儒总工程师的支持和指导；上述两单位的王小玲、戴荣彩、王家忠、张新民、李萍、张玉强、陈家梅等同志为本书提供了部份统计数据和试验资料；此外，在编写过程中还得到郑元景、相本津、陈静生、王华东、侯景岩、顾金珍、王绍堂、朱姝青、刘宪明同志的指导，在此一并表示感谢。

由于时间和水平有限，书中定有不妥之处，欢迎读者批评指正。

前言

编者

1993年2月

目 录

第一章 环境状况	(1)
第一节 地形地貌概况.....	(1)
第二节 水文气象条件.....	(2)
第三节 土壤作物.....	(4)
一、土壤.....	(4)
二、作物.....	(8)
第四节 环境水文地质条件.....	(10)
一、水文地质条件.....	(10)
二、地下水水质防护条件.....	(15)
第二章 污水资源及农业利用现状	(17)
第一节 污水资源概况.....	(17)
一、污水资源总量.....	(17)
二、污水资源的区域分布.....	(18)
第二节 农田污灌现状.....	(19)
一、污灌的分布与农灌污水的水质分析.....	(19)
二、污灌农田面积及分布.....	(49)
三、污灌方式及灌水定额.....	(51)
第三章 土壤、作物、地下水环境背景值及污染 评价标准	(56)
第一节 土壤.....	(56)
一、北京地区农业土壤的元素背景值.....	(56)

二、土壤污染评价标准	(59)
第二节 作物	(61)
一、作物背景值	(61)
二、作物污染评价标准	(65)
第三节 地下水	(66)
一、地下水水质背景值	(66)
二、地下水水质评价方法	(69)
第四章 污灌对农业环境的影响	(76)
第一节 土壤	(76)
一、污灌对土壤肥力的影响	(76)
二、污灌对农田土壤含水量的影响	(79)
三、灌溉污水对土壤温度的影响	(81)
四、污灌对灌区土壤盐渍化的影响	(82)
五、污灌对灌区土壤中重金属含量的影响	(84)
六、污灌对土壤有机污染物的影响	(98)
七、污灌对土壤微生物的影响	(109)
第二节 污灌对农作物的影响	(111)
一、污灌对农作物产量的影响	(111)
二、污灌对农产品品质的影响	(116)
三、污染物在农产品中的残留	(121)
第三节 污灌对环境卫生及居民健康的影响	(126)
一、污灌区蚊蝇密度及消长规律	(126)
二、污灌区蔬菜被沙门氏菌和蛔虫卵的污染状况调查	(127)
三、污水对灌区居民健康影响的初步调查结果	(128)
第四节 污灌对地下水的影响	(130)
一、主要污染物环境行为判断性模拟试验	(130)
二、野外渗滤管监测试验	(150)
三、主要污染物增高与净化的机制	(152)
第五章 污水农业利用综合区划	(163)

第一节	区划目标、原则与依据	(163)
第二节	综合区划分区及各类分区的评述	(164)
一、	不适宜污灌区	(164)
二、	控制污灌区	(165)
三、	适宜污灌区	(166)
第三节	污灌区地下水源保护实施方案	(166)
第六章	污水农业利用区划实施后的效益分析	(168)
第一节	适宜污灌面积及其可利用污水量	(168)
第二节	污灌农田经济效益分析的基本参数	(171)
第三节	污灌农田经济效益概算结果	(177)
第七章	结论与建议	(183)

第一章 环境状况

第一节 地形地貌概况

北京市地处华北大平原的西北边缘，东西最宽约160km，南北最长达176km，控制面积达16808km²，其中山地面积约占2/3，平原约占1/3。

北京市东、西、北三面环山，地势西北高东南低。北部和东北部山区属燕山山脉军都山的一部分，俗称北山，分布于昌平、延庆、怀柔、密云、平谷县境内；西部属太行山余脉，俗称西山，分布于海淀、石景山西及门头沟区和房山县境内。山区海拔高度大多在300~1500m，最高山峰为西部山区的东灵山，海拔高2303m，次为北部山区的海坨山，海拔高2234m。山区大多以构造剥蚀为主的中高山、中低山地形。东南部平原区，由西北向东南大致以3‰~0.5‰的坡降缓倾斜，标高一般在60~20m之间，最低点在通县的柴厂屯一带，海拔标高仅8m。主要由永定河、潮白河、温榆河、大石河等河流的冲洪积作用而形成的冲洪积平原，总面积约6800km²，为北京农业生产基地。山区与平原交汇地带，过渡急剧，界线分明，常在山区河流出口处，因河流的急剧堆积作用而形成一个一个的山前冲洪积扇地形。东部有潮白河及沟错河冲洪积扇，前者包括密云、怀柔县境内的平原和顺义、通县大部分地区；后者主要在于平谷县境。北部有南口

冲洪积扇，西部有永定河冲洪积扇，包括石景山、丰台、海淀南部、北京城近郊区、房山东部及大兴县。西南有大石河冲洪积扇，包括房山县的西部平原。此外还有位于西北延庆县境的主要由妫水河的冲洪积作用而成的延庆山间盆地。

不同的地貌条件，为农业生产提供了不同的开发利用场所。平原区河流形成的一、二级阶地区，因有丰富的土壤层而成为农业生产的集中区。

第二节 水文气象条件

一、气 象

北京地区属暖温带半湿润大陆性季风气候。冬季寒冷干燥，多西北风；夏季炎热多雨，且多暴雨，多东南风；春季干旱多风，增温快；秋高气爽，秋季降温快，有时出现洪涝和霜冻。

多年平均气温 11.8°C ，极端最高 43.4°C （1961年6月10日），极端最低 -27.4°C （1966年2月22日）。平原区气温较高，年平均气温 $11\sim 12^{\circ}\text{C}$ 。西北部山区温度随海拔升高而低降，平均每升高100m年均温度降低 $0.6\sim 0.7^{\circ}\text{C}$ 。全年无霜期190~195日，平原日平均气温稳定，超过 0°C 的初日为3月1~3日，终日为11月23~25日，持续日数为266~270日。

多年平均降水量630mm，年降水总量约 $105\times 10^8\text{m}^3$ 。多雨中心沿燕山、西山山麓分布，即怀柔八道河至房山漫水河一线，由此向西北、东南降雨量渐少。西北延庆地区降雨量小于500mm，东南通县、大兴平原则不足600mm。降水的年

际变化大，年最大降水量可达1406mm（1959年），最小仅242mm（1869年）。降水主要集中在夏季，占全年雨量的70%以上，冬季雨量最小，仅占年降雨量的2%。

平原区多年平均水面蒸发量为1106mm，以旱季3~6月为最大，约占全年50%以上。平均相对湿度约为60%，以7~9月最大，达70~80%，1~2月最小，不足50%。

二、水 文

北京地区各水系属海河流域，自东向西有沟河、错河、潮白河、怀河、温榆河、永定河、大石河、拒马河，分属蓟运河、潮白河、北运河、永定河及大清河五大水系，以永定河、潮白河水系流域面积及径流量为最大。这些河流的共同特点是在山区以排泄地下水为主，多为常年性河流，出山后在冲洪积扇顶部地段，河水沿河床大量漏失，往往成为时令河或伏流河，直至冲洪积扇的溢出带，地下水溢出补给河水。河流又成为常年性河流。

建国以来，相继修建官厅水库、怀柔水库、海子水库、十三陵水库、日月潭水库等大中小型水库80多处，使大部分地表径流已得到控制，总蓄水能力达 $72 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，控制流域面积达60%，大大削减了永定河、潮白河等河流的洪峰流量，为工农业及城市供水提供了稳定的水源，减少了洪涝等自然灾害的损失。

应该看到，建国以来由于广泛地进行水利建设，已大大改变了一些主要河流的流态，河水流量主要受人为控制。在平原区新建了京密、永引等大型引水渠及纵横交错的田间灌溉渠系，减少了水的自然流失，增加了可利用水量。

第三节 土壤作物

一、土 壤

北京的土壤主要分布于广大平原区。永定河、潮白河、北运河、拒马河和沟河等主要河流对土壤土质的类型与分布，地下水的活动，以及土壤的形成与组合特征具有很大影响。地形的垂直变化决定了北京气候、植被以及土壤的垂直分布规律。由于自然条件的复杂性，致使土壤多种多样。

北京地区土壤的形成、发展和分布受生物、气候地带性因素制约，也受地貌，成土母质和地下水等非地带性因素制约。

(一) 土壤的分类

北京地区成土因素复杂，形成了多种多样的土壤类型，共划分9个土类，20个亚类，196个土种。低山以下以至高位平原的广阔地段内分布着大面积的褐土；中山以下分布有山地棕壤——山地草甸土；山区的主要土壤是棕壤，淋溶褐土、褐土及骨型土壤等；平原区的主要土壤是潮土、褐潮土、褐土等。由于不同地区的成土因素的差异，土壤分布有明显的地域分布规律。

近郊分布最广泛的是褐土。面积 1336.66×10^4 亩，占全市土壤的64.65%。

全市土地面积 16800 km^2 ，相当于 2520.0×10^4 亩，全市土壤面积 2067.44×10^4 亩，占土地面积的82.0%。其中平地土壤共 963.0×10^4 亩，山地土壤 1104.44×10^4 亩，分别占土壤的46.58%及53.42%。

土壤类型多种多样，有利于多种作物生长、农牧业的综合发展和合理布局。

（二）土壤的分布

本市土壤随海拔高度的变化由高到低表现了明显的垂直分布规律，同时各土壤亚类也表现了明显的过渡性。由高到低，其分布的总趋势是：山地草甸土——山地棕壤——山地淋溶褐土——山地褐土，山地粗骨褐土，山地碳酸盐褐土——褐土——潮褐土——褐潮土——砂姜潮土——潮土——盐潮土——湿潮土——草甸沼泽土。此外由于不同地区的成土因素的差异，土壤分布有明显的地区性分布规律。

1. 最高山峰的海坨山，百花山，白草畔，东灵山等中山山地，分布着山地草甸土。其下紧接山地棕壤。

2. 海拔800~1900m的中山山地主要分布的是山地棕壤。

3. 海拔800m以下的广大低山地区，分布山地淋溶褐土及粗骨性淋溶褐土，上接山地棕壤，下接山地普通褐土。

4. 海拔350~500m以下的丘陵及山麓平原中的残丘，直至山前岗台地区，主要分布有山地普通褐土、粗骨性褐土及碳酸盐褐土，少部分为山地淋溶褐土。

5. 山麓阶地及冲洪积扇中上部沿山麓呈带状分布有普通褐土，其下紧接潮褐土。

6. 东南部及东部冲积平原为发育自永定河及潮白河冲积物上的潮土。

（三）主要土壤类型概述

褐土：为暖温带半湿润地区的地带性土壤，主要受东南季风气候控制，本区褐土基本特征如下：

1. 碳酸盐在土壤中淋溶和淀积非常活跃，但多不形成

表1-3-1 京郊褐土碳酸钙pH值在剖面中的分布与褐土亚类的划分

碳酸钙 分布类型	碳酸钙及pH的分布			统计 剖面数	归属土壤 亚类	地形	母 质
	表 土	心 土	底 土				
淋溶型	碳酸 钙 % 0~+	0 0~0.2	0~+ 0~0.2	51	淋溶	低山	残坡积物
	pH6.7~7.5	6.5~7.5	7.3~7.7		褐土	中山	
非碳酸 盐型	碳酸 钙 % 0~+	0 0~0.2	0 0~0.2	26	普通	冲积扇	非碳酸盐
	pH7.3~7.8(8.0)	7.3~8.0	7.3~7.8		褐土		洪冲积物
均轻型	+ 碳酸 钙 % 0.3~1.30	0~+ 0.2~0.8	0~+ 0~0.6	28	普通	冲积扇	洪积冲积物坡积物
	pH7.6~8.3	7.6~8.2	7.7~8.4		褐土	丘陵	

续表

碳酸钙 分布类型	碳酸钙及pH的分布				统计 剖面数	归属土壤 亚类	地形	母 质
	表 土	心 土	底 土					
中 轻 型	+ ~ + + +	0 ~ +	+ ~ + +		12	普通	冲积扇	洪积冲积物
	碳酸 钙 % 1.3~1.4	0.2~0.9	1.5~5.0					
	pH7.8~8.3	7.6~8.2	8.2~8.5			褐土	丘陵台地	黄土性物质
淋 溶 钙 积 型	0	0 ~ +	+ + + ~ + + +		4	典型	低山	碳酸盐岩类
	碳酸 钙 % 0~0.4	0.2~0.8	2.0~11.0					
	pH7.5~8.0	7.6~8.2	8.2~8.5			褐土	丘陵	
复 碳 酸 盐 型	+ + + ~ + + +	0 ~ +	0 ~ +		12	复碳酸 盐褐土	冲积扇 低山丘陵	洪积冲积物 黄土性母质碳酸盐岩类, 非碳酸盐岩类
	碳酸 钙 % 1.3~3.5	0.4~1.0	0~0.6					
	pH7.8~8.3	7.8~8.1	7.8~8.3					
钙 积 型 (碳酸盐型)	+ + + ~ + + +	+ + + ~ + + +	+ + +		20	碳酸盐	低山丘陵	黄土性母质 碳酸盐岩类
	碳酸 钙 % 1.5~7.5	1.5~9.5	2.0~11					
	pH8.3~8.55	8.4~8.55	8.4~8.7			褐土	冲积扇	

明显的钙积层。而表现为假菌丝状新生体，其含量和新生体往往与一定的生物气候带相联系，反映土壤亚类的亚地带特征。

2. 褐土的粘化特点是，残坡积母质粘化程度较轻，粘化层位较浅，粘化层较薄，其粘化率多为10~30%。

3. 有明显的发生层次，由腐殖质层、粘化层及半风化母质层3个基本层次组成。土壤呈中性——微碱性反应，pH值7.0~8.2，可划分为山地淋溶褐土、山地粗骨褐土、普通褐土、碳酸性褐土、褐土性及潮褐土等亚类。

京郊碳酸钙在褐土剖面中的分布形式、含量水平与褐土亚类的划分（见表1-3-1）

4. 土壤中的微量元素含量，从地域分布上看，城镇近郊高于远郊，菜区高于粮区，山地高于平原；从土壤剖面垂直分布上看，五种微量元素的含量都富集于表层并随深度增加而下降。一些资料记载：微量元素的含量与分布，受多种因素影响，但就土壤因素来看主要有土壤类型、成土母质、土壤机械组成、土壤pH、 CaCO_3 含量、土壤有机质含量等。

各区县土壤微量元素含量平均值及变化（见表1-3-2）。

二、作物

（一）农业生产概况

北京市耕地共 638.7×10^4 亩，占总土地面积的25.35%，其中近郊区耕地约占12%，远郊区占88%。其农业组成有91%的粮食产于远郊区，63.6%蔬菜产于近郊区。粮食作物 489×10^4 亩，蔬菜 44.7×10^4 亩。各地区作物种植结构差异较大。

表1-3-2 各县(区)土壤中微量元素含量表

县(区)	硼(ppm)		锌(ppm)		铜(ppm)		铁(ppm)	
	平均值	变化幅度	平均值	变化幅度	平均值	变化幅度	平均值	变化幅度
朝阳	0.529	痕迹~1.05	3.52	0.51~8.56	9.59	2.28~19.44	15.9	6.0~26.65
海淀	0.48	0.025~1.175	1.35	0.22~3.59	5.1	1.4~10.81	20.8	10.37~41.11
丰台	0.75	0.275~1.55	3.1	0.14~9.4	3.5	0.5~9.94	10.2	4.62~22.02
石景山	0.675		5.47	3.54~7.4	2.84	2.56~3.12	13	11.21~14.80
县	0.775	痕迹~1.50	0.6	0.07~1.48	2.87	0.6~6.81	15.6	3.5~23.9
大兴	0.31	痕迹~0.80	0.57	0.06~4.62	1.85	0.36~17.34	6.9	3.1~22.18
房山	0.75	痕迹~1.6	0.58	0.13~1.31	1.72	0.3~4.13	15.7	6.43~38.24