

和田绿洲地下水及土壤离子含量特征^{*}

乔云峰¹, 沈冰¹, 黄领梅¹, 李少华¹, 王学风¹, 莫淑红¹, 阿不力克木²

(1 西安理工大学, 陕西 西安 710048; 2 和田地区世界银行项目执行办公室, 新疆 和田 848000)

[摘要] 依据60处地点野外观测水质化验数据, 分析了地下水及土壤中各种离子含量之间的相互关系, 结果表明, 和田绿洲地下水硬度和土壤碱性主要受镁离子影响; 土壤钾钠离子含量大于11 013 mg/kg或氯离子含量大于4 966 mg/kg时, 农田产量会下降。

[关键词] 新疆和田绿洲; 地下水; 土壤; 离子含量; 水土资源

[中图分类号] TV 211.1⁺2

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387 (2002) 06-0186-04

和田地处新疆的南端, 是塔克拉玛干沙漠中一片珍贵的绿洲。由于年降雨量极少, 地下水主要靠河道渠系和田间灌溉的渗漏补给, 因此农业生产发展缓慢。由于三面被塔克拉玛干沙漠所包围, 自然条件很差, 农业生产受到限制, 至今尚未能实现稳产高产。此外, 和田绿洲土壤盐碱化还未解决, 故该地区尚未脱贫, 至今和田、墨玉、洛浦仍属于国家级贫困县。为此, 国家批准利用世界银行贷款在南疆实施塔里木盆地蓄洪与环保(二期)项目, 开展水土资源综合开发, 促进当地经济发展, 提高少数民族居民生活水平。和田地区的和田、墨玉、洛浦3县是子项目区之一。

1999年为了保证世界银行项目的顺利实施, 观测、调查了和田、墨玉、洛浦3县项目区内分布基本均匀的60处地点的地下水位埋深, 并取水样进行

水质全分析。对3县有代表性的高、中、低产田不同埋深土层取样, 进行了土壤化学分析^{**}。在此基础上, 初步分析了和田绿洲的水土状况, 为发展和田绿洲农业提供科学依据。

1 阳离子与硬度的关系

由于水的硬度主要与钙、镁离子有关, 所以先对硬度与钙、镁离子关系作简单分析, 其相关曲线如图1所示。由图1可以看出, 在影响总硬度的两个主要因素中镁离子与总硬度之间有很好的线性关系。对于钙离子, 虽然随着其增加总硬度也有增加的趋势, 但没有明显规律。由此可知, 在和田绿洲地下水中, 引起总硬度变化的主要因素是镁离子。为此, 进一步分析镁离子与地下水位的关系。

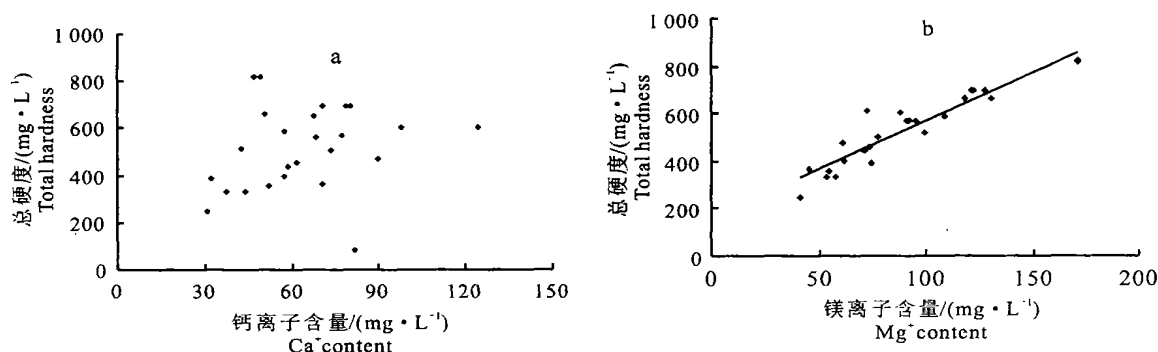


图1 和田绿洲地下水硬度与阳离子的关系

a 钙离子; b 镁离子

Fig. 1 Relationship between hardness and Ca^{2+} , Mg^{2+} content

a Ca^{2+} ; b Mg^{2+}

[收稿日期] 2001-11-12

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目(59879022); 世界银行贷款项目(HTJ001)

[作者简介] 乔云峰(1974-), 男, 山西灵丘人, 在读博士, 主要从事水文水资源研究。

****** 西安理工大学水资源研究所, 新疆水利水电科学研究院水资源所, 和田地区世界银行项目执行办公室 和田子项目区站网布置与零点调查, 2000

现场观测的 60 个测点, 一般地下水埋深为 1~6 m。其基本特征如表 1 所示。

表 1 镁离子含量与地下水埋深的关系

Table 1 Relationship between Mg^{+} content and soil depth

埋深/m Soil depth	镁离子含量/ ($mg \cdot kg^{-1}$) Mg^{+} content
1~ 2	917~ 1 700
2~ 3	416~ 1 700
3~ 4	575~ 1 300
4~ 5	744~ 915
5~ 6	535~ 605

由表 1 可知, 埋深较大的地下水中镁离子含量变化幅度较小, 而埋深较小的地下水中变化幅度则较大。由于和田绿洲雨量极少, 河道、灌溉渠系和田间灌水的渗漏在地下水补给中占比例较大, 因而对于地下水水质影响显著。取各土层中镁离子含量的平均值与埋深分析, 其相关曲线如图 2 所示。从图 2 可以看出, 镁离子含量随土层埋深增加有明显减小的趋势。但喀拉喀什河及玉龙喀什河水中镁离子含量较低, 仅 19~ 22 mg/L , 因此镁离子随埋深增加而减小主要是灌溉水的淋洗所致。

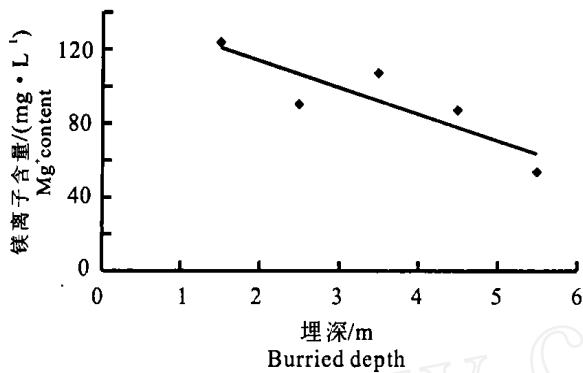


图 2 镁离子含量与土层埋深的关系

Fig 2 Relationship between Mg^{+} content and bury depth

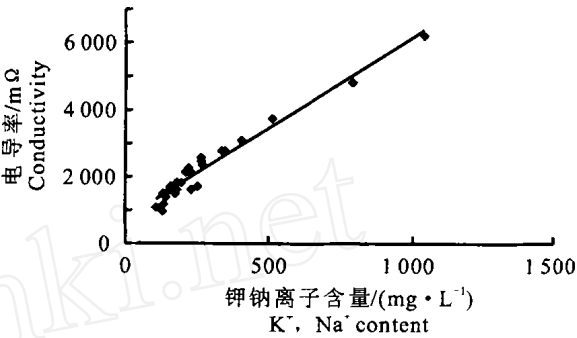


图 3 钾钠离子含量与电导率的关系

Fig 3 Relationship between K^{+} , Na^{+} content and conductivity

2 电导率与离子含量的关系

对总硬度影响不大的钾离子和钠离子, 经分析与电导率存在线性关系, 其相关关系曲线如图 3 所示, 从图 3 中可以看出相关性显著; 另外, 氯离子与电导率有很好的相关关系 (图 4), 与钾钠离子的

物质量基本一致, 假定钾与钠在水中的含量为 1:1, 则其相关关系如图 5 所示。这是由于地下水中的钾钠离子属于碱金属离子, 它们在水中主要以离子形式存在。相对来说, 镁离子与电导率的相关关系较差, 而对总硬度影响不大的钙离子与电导率的相关性就更差了。

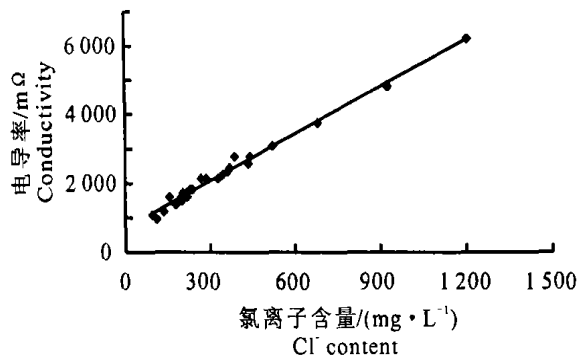


图 4 氯离子含量与电导率的关系

Fig 4 Relationship between Cl^{-} content and conductivity

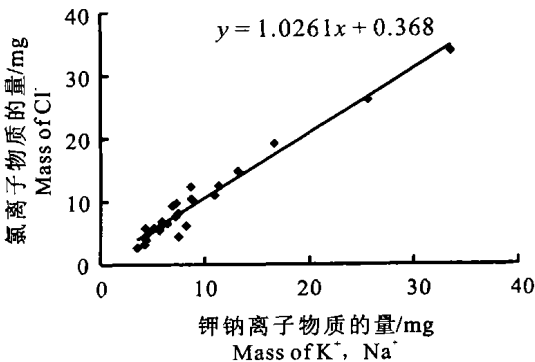


图 5 钾钠离子与氯离子物质的量的关系

Fig 5 Mass relationship between K^{+} , Na^{+} and Cl^{-}

3 地下水碱性与离子含量的关系

地下水的碱性主要与其中弱酸根离子含量有关,在本次分析中主要涉及碳酸根离子和重碳酸根离子。分析表明,重碳酸根离子与总碱度之间有相当好的线性相关关系,但是碳酸根离子在所取土样中的含量基本为零,对于总碱度没有影响。造成这种情况的主要原因可能是重碳酸根离子在地下水中的稳定性较好,而碳酸根离子的稳定性较差,与水中氢离子结合形成了重碳酸根离子,这就增加了地下水中氢氧根离子的含量,从而增加了地下水的碱

性。所以重碳酸根离子含量与地下水总碱度之间有很好的相关关系。

4 地下水矿化度与离子之间的关系

地下水矿化度和电导率都是反映地下水中离子含量的物理量,它们之间存在很密切的关系。以镁离子为例将它们之间的相关关系表示如图6所示,从图6中可以看出,它们之间线性关系良好。

同时由于土壤特性和地下水水位随埋深呈规律性变化,导致了矿化度随埋深的增加不断减小,如图7所示。

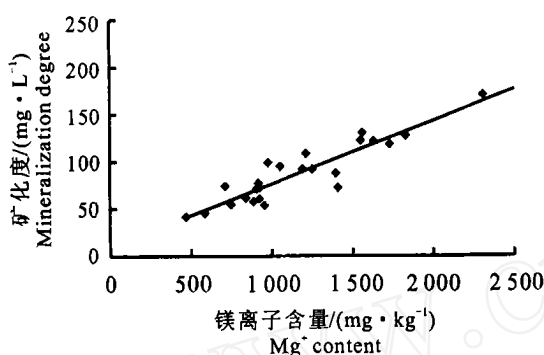


图6 镁离子含量与矿化度的关系

Fig. 6 Relationship between Mg^{2+} content and mineralization degree

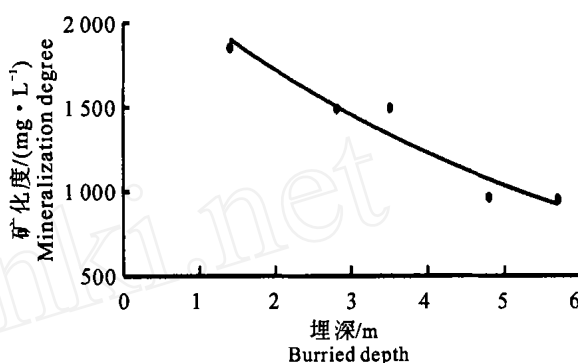


图7 矿化度随埋深的变化关系

Fig. 7 Mineralization degree change with depth

5 土壤含盐量与农业产量的关系

对分别取自该地区3个不同县高、中、低产田中的土样进行颗粒分析结果表明,该地区的土壤都属于重壤土,颗粒组成比较单一,土壤的粘性较差,持水能力低。

土壤盐分状况对地下水水质有重要影响。由于所取土样的埋深较浅,因而受外界影响较大,所以只对其中的某些因素与农田产量之间的关系作简单分析。该地区土壤的pH值和总含盐量与农田产量的高低没有明显关系,但是对土壤的化学分析结果表明,当pH值大于8.5时,农田的产量一般只能达到中产,甚至低产,另外高产田中土壤的总盐量相对较低,为0.992~0.723 mg/kg,低产田中土壤的总盐量为0.549~0.986 mg/kg,变化幅度较大。在开荒和低产田的改造过程中,降低土壤含盐量是主要目标;如何利用有效灌溉方式在节水条件下降低土壤含盐量,将是世界银行项目面临的首要任务。

高产田阳离子中,钾钠离子和镁离子含量远小

于中产田、低产田及新开垦荒地的土壤。其中钾钠离子的含量大于11.013 mg/kg时,农田的产量会下降。但是常见的钙离子含量却没有多大变化。这说明在和田这一沙漠环绕的绿洲土壤和地下水中,钙离子是一种分布比较均匀的离子组分,同时钙离子的代换能力大于镁、钾、钠等元素^[5],因此灌溉、蒸发等影响水分运动的物理过程对钙离子含量的影响不显著。

该地区土壤中阴离子的主要组分是氯离子、硫酸根离子和重碳酸根离子,而碳酸根离子的含量较小;但与地下水中的含量相比却较大。从测量结果来看,与农田产量关系较为密切的阴离子是氯离子,当该离子含量大于4.966 mg/kg时,农田的产量会明显下降。

6 结 语

通过对和田地下水埋深、水质和土壤盐分状况分析结果表明,和田绿洲的地下水碱性较强,同时土壤的碱性也比较强,即使在这样的情况下依然可以得到产量较高的高产田,这说明只要土壤中的离

子状况符合一定的条件, 在碱性偏高农田仍然能得到较高产量。但是碱性和总盐量都不能超过某一临界值, 即pH 值 < 8.5 , 总含盐量 $< 11.013 \text{ mg/kg}$ 。土壤中起控制作用的阴离子是硫酸根离子、氯离子和重碳酸根离子, 阳离子是钾、钠、镁离子。和田绿洲降雨极度缺乏, 多年平均降雨量仅 33.6 mm ; 农作物全靠引喀拉喀什河及玉龙喀什河灌溉。世界

银行贷款前提条件之一是不能减少向塔里木河干流的输水量, 以保护塔里木河流域下游的生态环境。因此, 如何在节水条件下有效降低土壤含盐量是发展农业的关键, 也是急需解决的技术问题。这需要水文水资源、农田水利、农业化学、植物生理等学科紧密协作, 才能达到预期目的。

[参考文献]

- [1] 王少英, 李韵珠. 不同地质条件下土壤的水盐均衡分析 [A]. 石元春. 盐渍土的水盐运动 [C]. 北京: 北京农业大学出版社, 1986. 201- 223.
- [2] 石元春, 李保国, 李韵珠, 等. 区域水盐运动监测预报 [M]. 石家庄: 河北科学技术出版社, 1991. 102- 106.
- [3] 黄领梅, 沈冰, 汪志荣, 等. 和田绿洲灌区水盐平衡分析 [A]. 康绍忠. 农业高效用水与水土环境保护 [C]. 西安: 陕西科学技术出版社, 2000. 465- 468.
- [4] 宋郁东, 樊自立, 雷志栋, 等. 中国塔里木河水资源与生态问题研究 [M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 2000. 101- 107.
- [5] 黎淮庆. 土壤与农作 [M]. 北京: 水利电力出版社, 1978. 24- 25.

The characteristics of groundwater and soil ion content on the Hotan oasis

QIAO Yun-feng¹, SHEN Bing¹, HUANG Ling-mei¹, LI Shao-hua¹,
WANG Xue-feng¹, MO Shu-hong¹, Abiliku²

(1 Xian University of Technology, Institute of Water Resources, Xi'an, Shaanxi 710048, China;

2 Hetian Implementation Office of World Bank Project, Hetian, Xinjiang 848000, China)

Abstract: Based on the field observation data from 60 locations and chemical test data from 3 plots in Hotan Prefecture, the relationships between several ions in groundwater and in soils are analyzed. It is shown that the hardness of groundwater quality and soil alkalinity are affected mainly by ion Mg and if ion K or Na content is higher than 11.013 mg/kg the crop yield would be decreased.

Key words: Hotan oasis in Xinjiang; groundwater; soil; ion content; water and land resources