

高矿化度油田废水污染农田现状调查与评价*

项雅玲 李 峰 邵志慧

(湖北省农业生态环境保护站 武汉 430070)

吴孔清

丁亨虎

(湖北省荆州市农业生态环境保护站 荆州 434100) (湖北省潜江市农业生态环境保护站 潜江 433100)

摘 要 江汉油田采油井在钻矿和采油时有少量高矿化度废水与石油洒落地面,导致土壤污染,造成农作物减产。对湖北省潜江县周矶农场不同污染程度的旱地农田和水田污染现状及污染物在土壤中的迁移状况进行了调查研究,结果表明,污染农田土壤的主要污染物是氯化物、盐类,其次为石油和Cd。氯化物、盐类污染水田耕层含量高于底层,旱地农田则反之。受污染的土壤肥力下降。

关键词 高矿化废水 土壤污染 评价

Pollution situation of high mineralized waste water in oil field on farmland. Xiang Yaling, Li Feng, Shao Zhihui (Hubei Agro-ecological Environmental Protection Station, Wuhan 430070), Wu Kongqing (Jingzhou Agro-environmental Protection Station, Jingzhou 434100), Ding Henghu (Qianjiang Agro-environmental Protection Station, Qianjiang 433100), *EAR*, 1999, 7(4): 44~47

Abstract In Jiangnan oil field, the soil around the oil well has been polluted by high mineralized waste water which comes from drilling well and extracting oil and caused the decrease of the crop yield. The results from the investigation on pollution status of dry land and paddy with different polluted degrees in Qianjiang County show that the main pollutants are chloride and salt as well as cadmium and oils. In the ploughed layer of paddy, chloride and salt content of the top are higher than those of the bottom, which is on the contrary in dry land. All polluted soil fertility was decreased.

Key words High mineralized waste water, Soil pollution, Evaluation

江汉油田开发 20 多年来共建 1300 多口采油井,从钻矿到开采常有少量高矿化度废水和石油洒落地面,造成土壤污染,致使农作物严重减产甚至绝收,一些耕作土壤被废弃和荒芜。为保护江汉平原农田沃土,使被污染的土壤尽快恢复肥力,本项研究连年对位于江汉油田的湖北省潜江县周矶农场不同程度污染土壤的现状进行了调查研究,探讨了防治方法。

* “九五”湖北省科委科技攻关重点项目

收稿日期:1999-07-21 改回日期:1999-08-16

1 土壤污染现状调查方法

对采油井集中的地区按行政区划进行典型调查,调查内容包括污染面积、污染程度、作物产量损失状况。以未受污染的农田作对照,受污染的田块按作物减产状况分为轻、中、重污染类型,进行实地采样考察;在周矶农场未受污染和受不同程度污染地段分别取土样分析污染土壤中有害物质含量,分析项目为石油、氯化物、硫化物、全盐量、镉(Cd)、铅(Pb)、砷(As);污染土壤的理化性状分析项目为有机质、全N、碱解氮、速效磷、速效钾;在受污染和未污染的水田与旱地农田挖土壤剖面,分层取样分析土壤中的氯化物与全盐含量,研究污染物在土壤中迁移状况。所有监测样品均为随机多点采样,混匀后按四分法取样分析,分析方法按国家农业部制定的《农业环境监测技术规范》进行。

2 结果与分析

2.1 污染土壤有害物质测定及其对农作物的影响

农田遭受污染后,土壤的理化性质发生了系列变化,土壤pH值以及被污染的土壤中石油、全盐量、氯化物、硫化物及Cd含量均呈增高趋势,其中全盐量和氯化物含量变幅较大,分别为对照的10~90倍和70~90倍(见表1)。水田和旱地农田的变化又略有不同,

表1 不同程度污染土壤中有害物质含量

Tab.1 Contents of the pollutants in different degrees of polluted soil

污染类型 Polluted type	pH		石油/mg · kg ⁻¹ Oil		全盐量/% Total salt		氯化物/mg · kg ⁻¹ Cl ⁻		硫化物/mg · kg ⁻¹ S ²⁻		镉/mg · kg ⁻¹ Cd	
	水田 Paddy land	旱地 Dry land	水田 Paddy land	旱地 Dry land	水田 Paddy land	旱地 Dry land	水田 Paddy land	旱地 Dry land	水田 Paddy land	旱地 Dry land	水田 Paddy land	旱地 Dry land
对照区 CK	7.46	7.61	0.160	0.128	0.02	0.2	73.33	74.33	0.003	0.002	0.789	0.756
轻污染区 Low-polluted	7.69	7.61	0.248	0.164	0.20	0.2	493.32	443.32	0.005	0.007	2.010	1.791
中污染区 Mid-polluted	6.68	7.45	0.128	0.160	0.60	0.8	6473.15	6473.15	0.005	0.016	2.150	1.570
重污染区 Heavy-polluted	8.57	9.45	1.684	0.588	1.80	1.2	6473.15	6913.14	0.005	0.007	4.826	1.977

旱地农田pH值比水田变化较大,而石油、全盐量、氯化物、Cd含量旱地农田的变化低于水田。污染土壤硫化物与对照土壤区别不大,但Cd含量显著高于对照土壤。由表2可知,

表2 不同程度污染农田生产力的测定*

Tab.2 Productive forces in different degrees of polluted farmland

作物品种 Crop Variety	对照 CK		轻污染 Low-polluted			中污染 Mid-polluted			重污染 Heavy-polluted		
	株高/cm Plant height	产量/kg · hm ⁻² Yield	株高/cm Plant height	产量/kg · hm ⁻² Yield	减产/% Decrease	株高/cm Plant height	产量/kg · hm ⁻² Yield	减产/% Decrease	株高/cm Plant height	产量/kg · hm ⁻² Yield	减产/% Decrease
“汕优63”水稻 Shanyou-63 rice	111.9	7755.0	101.3	6165.0	20.5	83.2	235.5	97.0	52.9	315.0	95.1
“鄂荆92”棉花 E-jing-92 cotton	150.0	1321.5	105.0	834.0	36.9	88.0	472.5	64.2	74.0	271.5	79.5
黄豆 Soybean	42.1	1563.0	85.0	720.0	65.8	26.0	573.0	72.8	12.1	24.0	98.9
“豫单13”玉米 Yedan-13 maize	183.0	4654.5	127.0	2682.0	42.3	104.0	169.8	63.5	95.0	1111.5	76.1
杂交高粱 Hybrid sorghum	107.7	3246.0	150.0	1747.5	46.2	134.0	964.5	70.3	124.0	510.0	84.1
“熊芝1号”芝麻 Xiongzh-1 sesame	156.0	1170.0	104.0	583.5	50.1	87.0	250.5	78.6	58.0	231.5	97.3
黄麻 Jute	308.0	5557.5	254.0	3513.0	36.7	184.0	2370.0	57.4	113.0	1534.5	72.4

*表内减产为比对照减产。

轻度污染土壤水稻减产 20% 左右, 中度污染比重度污染土壤的秧苗长势好, 但中度污染和重度污染土壤作物均减产 90% 以上。旱地农田因作物不同其产量降低幅度有一定差异, 轻度污染农田减产 40%~60%, 中度污染农田减产 60%~80%, 重度污染农田减产 90% 左右。

2.2 污染土壤理化性状的变化

污染区土壤理化性状随污染程度的加重而变化(见表 3), 其中有机质、全 N、碱解

表 3 高矿化度废水污染对土壤理化性状的影响

Tab. 3 The effect of waste water pollution on the physicochemical properties of soil

项 目 Items	对 照 CK		轻污染区 Low-polluted		中污染区 Mid-polluted		重污染区 Heavy-polluted		未生产农田* No-Production	
	水田 Paddy land	旱田 Dry land	水田 Paddy land	旱田 Dry land	水田 Paddy land	旱田 Dry land	水田 Paddy land	旱田 Dry land	水田 Paddy land	旱田 Dry land
有 机 质 / % Organic matter	2.139	1.040	1.143	1.170	1.588	1.600	0.632	1.110	1.231	1.096
比对照减少/% Dropped to CK			46.60		25.80	13.00	70.50	39.20	49.00	40.30
全 N / % Total-N	0.106	0.0914	0.058	0.083	0.050	0.065	0.047	0.055	0.026	0.063
比对照减少/% Dropped to CK			44.90		53.10	28.80	56.10	40.40	75.50	31.10
碱解氮/mg·kg ⁻¹ Alkaline hydrolysis-N	630.00	648.00	477.00	700.00	504.00	615.00	368.00	524.00	158.00	539.00
比对照减少/% Dropped to CK			24.30		20.00	5.10	41.60	19.10	74.90	16.80
速效磷/mg·kg ⁻¹ Effective-P	51.24	54.13	71.90	4.96	6.61	9.92	7.85	11.57	26.93	19.03
比对照减少/% Dropped to CK				90.80	87.10	81.70	84.70	78.60	43.50	63.40
速效钾/mg·kg ⁻¹ Effective-K	132.00	179.00	38.10	69.30	38.10	104.00	64.90	93.10	90.60	94.60
比对照减少/% Dropped to CK			71.10	61.30	71.10	41.90	50.80	48.00	31.40	47.20
Ca/mg·kg ⁻¹	555.00	5644.00	3088.00	5219.00	3657.00	4339.00	3757.00	3744.00	—	—
Mg/mg·kg ⁻¹	305.00	235.50	88.70	208.00	200.30	246.30	141.50	105.40	—	—

* 为极重污染区, 无法种植农作物。

表 4 不同土层土壤氯化物与全盐含量*

Tab. 4 Chloride and total salt contents in different soil layers

土壤类别 Soil type	土层深度/cm Soil layer	氯化物/mg·kg ⁻¹ Chloride		全盐量/% Total salt	
		对照 CK	污染 Pollution	对照 CK	污染 Pollution
水 田 Paddy land	0~20	23.26	466.93	0.099	1.746
	20~40	21.05	378.58	0.047	0.485
	40~60	28.76	305.57	0.577	0.063
	60~80	25.40	216.56	1.277	0.057
旱地农田 Dry land	0~20	8.92	91.68	0.074	0.259
	20~40	0.00	104.93	0.005	0.091
	40~60	7.64	1585.10	0.062	0.381
	60~80	0.00	3161.20	0.010	0.640

* 水田为水稻土; 旱地农田为潮土。

氮、速效磷、速效钾含量均比对照区低, 且水田比旱地农田降低幅度大。氯化物和盐类的增加破坏了土壤结构, 造成土壤板结, 降低了土壤肥力, 从而导致农作物减产。

2.3 污染物在土壤中的迁移状况

由土壤剖面测定氯化物与全盐量结果表明, 水田上层比下层氯化物和盐类含量高; 而旱地农田下层比上层氯化物和盐类含量高(见表 4)。

2.4 土壤污染评价及污染面积确定

根据分指数和综合指数计算对监测土壤进行分析, 结果见表 5~6。根据土壤评价标准, $P_{综} > 3$ 为重污染, 表明土壤、农作物受污染已相当严重, 反映出该区域的土壤无论对产量的影响如何其实质都受到严重污染。调查结果表明, 江汉油田区域每口采油井一般造成 0.67hm² 农田的污染, 其中 15% 为弃耕地, 50% 的农田面积为严重污染, 造成农作物减

产90%以上;35%农田面积为轻污染,造成农作物减产20%。因每口井污染造成农业经济损失年约5000元。周矶农场双土地村工作4队每年因污染农田造成经济损

表5 旱地农田土壤分指数和综合指数计算结果

Tab.5 Branch and composite index of dry land

污染类型 Polluted type	代号 Code name	石油/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Oil	全盐量/% Total salt	氯化物/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Chloride	镉/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Cd	硫化物/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ S^{2-}
对照区(标准)	Si	0.13	0.2	74.33	0.756	0.002
CK	Ci	0.16	0.2	493.32	0.007	2.791
轻污染区	Pi	1.28	1.0	6.64	3.500	3.692
Low-polluted	P _综	3.22	—	—	—	—
中污染区	Ci	0.16	0.8	6473.15	0.157	0.006
Mid-polluted	Pi	12.50	4.0	87.09	2.077	3.000
	P _综	19.48	—	—	—	—
重污染区	Ci	0.59	1.2	6913.14	1.977	0.007
Heavy-polluted	Pi	4.59	6.0	93.01	2.615	3.500
	P _综	21.94	—	—	—	—

表6 水田土壤分指数和综合指数计算结果

Tab.6 Branch and composite index of paddy soil

污染类型 Polluted type	代号 Code name	石油/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Oil	全盐量/% Total salt	氯化物/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Chloride	硫化物/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ S^{2-}	镉/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Cd
对照区(标准)	Si	0.160	0.002	73.330	0.003	0.798
CK	Ci	0.250	0.200	493.320	0.005	3.207
轻污染区	Pi	1.550	10.000	6.727	1.667	4.018
Low-polluted	P _综	4.790	—	—	—	—
中污染区	Ci	0.130	0.600	6473.150	0.005	9.710
Mid-polluted	Pi	0.800	30.000	88.270	1.667	12.168
	P _综	26.580	—	—	—	—
重污染区	Ci	1.680	1.800	6473.150	0.005	9.302
Heavy-polluted	Pi	10.530	90.000	88.270	1.667	11.657
	P _综	40.420	—	—	—	—

失20万元。全矿区因污染农田造成经济损失约70万元。

3 小结与建议

由于油田高矿化度废水的影响,破坏了周边农田土壤构造,降低了土壤肥力。根据污染物在不同土壤中存在方式的不同进行有效处理,建议对采油井周边旱地农田进行

开深沟,利用较好的降水自然条件,通过径流带走土壤盐分和氯离子。对水田则利用水洗排除盐分和氯化物;引种耐盐水稻,同时对各种处理的土壤增施有机肥,逐步改良土壤,恢复地力;加强采油井和各种输送管道的管理,严防石油和废水洒落与泄漏造成农田及生态环境的污染。

参 考 文 献

- 1 陈 斌,吉训凤,赵 峰,季应明.关于耕地土壤质量管理的思考.农业环境与发展,1995(2):9~11
- 2 赵振纪等.农业环境质量评价.北京:中国农业科学技术出版社,1993
- 3 唐永奎等.环境学导论.北京:高等教育出版社,1987