

华北农业大学《农业科技参考资料》

1977年第5期(总第39期)

旱涝碱咸綜合治理的研究

华北农业大学盐碱土改良研究组

河北省合理开发地下水领导小组
华北农业大学科技情报室印

一九七七年十二月

目 录

前言	1
曲周試驗区及其周圍的自然条件概述	3
旱涝碱咸综合治理的研究	
I 季风区旱涝碱咸的发生规律及其综合治理	15
II 咸水利用	21
一、咸水灌溉中作物的盐害诊断和耐盐指标	22
(一) 小麦的盐害诊断和耐盐指标	23
1. 小麦盐害的形态诊断	
2. 小麦的耐盐指标 (土壤盐分部分)	
3. 小麦盐害的某些生理指标	
(二) 棉花盐害的形态诊断和耐盐指标	26
1. 棉花盐害的形态诊断	
2. 棉花的耐盐指标	
(三) 玉米盐害的形态诊断和耐盐指标	30
二、咸水利用试验	32
(一) 小麦的咸水灌溉试验	32
1. 不同矿化度咸水的小麦灌溉试验	
2. 非盐化土壤的小麦咸水灌溉试验	
3. 轻盐化土壤的小麦咸水灌溉试验	
4. 中盐化土壤的小麦咸水灌溉试验	
5. 重盐化土壤的小麦咸水灌溉试验	
(二) 棉花的咸水利用试验	41
1. 棉花咸水抗旱点播试验	
2. 棉花咸水移栽补苗试验	
3. 棉花咸水抗旱灌溉和防止“小雨死苗”试验	
(三) 咸水抗旱夏播的一般性生产试验	42
(四) 咸水冲洗重盐碱荒地的试验	42
三、咸水灌溉的土壤盐动态	43
(一) 咸水灌溉的土壤盐动态类型	47

1.轻积型	
2.强积型	
3.均衡型	
4.淋滤型	
(二) 咸水灌溉中土壤盐动态的平衡分析	49
(三) 咸水灌溉中水盐动态的有关计算和预报问题	50
1.土壤盐状况的计算和预报	
2.均衡型和淋滤型咸水灌溉的需水量计算	
3.咸水灌溉中土壤溶液浓度的动态和计算	
4.咸水灌溉中土壤 Cl^- 的动态和计算	
(四) 咸水灌溉地块的周年和多年盐动态	53
四、咸水灌溉的“三看”诊断法和有关方法和技术问题	56
结语	
Ⅱ井沟结合 除涝防托	59
一、涝洼盐碱地区农田排水类型	60
(一) 二维排水	61
(二) 一维排水	62
(三) 三维排水	63
二、浅井—深沟体系在除涝防托中的作用	65
(一) 浅机井抽水对潜水位调控能力	65
(二) 试验区浅机井抽水期间潜水位动态	66
(三) 防涝能力的估算	68
(四) 地下水库的库容	70
Ⅳ季风气候下盐渍土的水盐动态及其调控	73
一、季风气候影响下盐渍土水盐动态的特点及调控问题	74
(一) 季风气候与盐渍土的水盐运动	74
(二) 两个土壤水盐动态观测资料的典型分析	75
(三) 季风气候下盐渍土水盐动态的某些特点	80
(四) 季风气候下盐渍土水盐动态的调控问题	81
(五) 人为调控下的迅速脱盐的水盐动态类型	82
二、旱季土壤水盐动态的影响因素及其调控	87
(一) 土壤质地剖面 and 毛管水强烈上升高度	87
(二) 旱季潜水位对土壤水分状况的影响	88
(三) 旱季潜水位对土壤盐分状况的影响	90
(四) 旱季土壤水盐运动的调控	92
1.潜水位调至安全深度以下和进行常量灌溉	
2.潜水位调至安全深度以下和进行常量灌溉的同时进行大定额压盐灌溉	
3.重盐化土人工冲洗后迅速将潜水位降至安全深度以下	

4. 中耕松土, 抑制土壤积盐过程	
三、雨季土壤水盐动态的影响因素及其调控	97
(一) 雨季土壤水盐动态的影响因素的分析	97
(二) 浅井对雨季潜水位调节及排水排盐能力的分析	98
1. 浅井抽水对潜水位调控	
2. 浅井的排水排盐能力的分析	
(三) 浅井抽水与雨季土壤脱盐	101
1. 单井抽水对土壤脱盐的影响	
2. 雨季土壤脱盐的模拟试验	
3. 试区土壤的雨季脱盐效果	
四、土壤水盐运动调控试验区的土壤盐平衡	107
(一) 关于土壤的盐平衡	107
(二) 定位盐平衡	109
1. 改良条件好, 管理水平高的定位盐平衡	
2. 改良条件好, 管理水平一般的定位盐平衡	
3. 改良条件和管理水平都一般的定位盐平衡	
4. 改良条件好, 压盐灌溉改良盐荒地的定位盐平衡	
(三) 综合治理单元的土壤盐平衡	116
1. 两米土体的盐平衡	
2. 分层的土壤盐平衡	
3. 土壤盐分在水平方向上的变化	
4. 不同盐化程度土壤的盐分在垂直方向上的变化	
V 地下咸水改造	123
一、地下咸水改造的必要性	124
(一) 地下咸水分布的广泛性	124
(二) 地下咸水的危害	125
(三) 地下咸水必须改造	125
二、曲周试验区水文地质及成井条件	126
三、抽咸换淡中地层的水流运动特点	129
四、试验区地下咸水的改造	131
(一) 地下咸水的淡化	131
1. 咸水淡化	
(1) 咸水淡化趋势和类型	
(2) 咸水矿化度动态变化过程线分析	
(3) 综合治理中咸水淡化要素	
(4) 咸水分化的分析	
2. 抽咸补淡的具体方法	
(二) 试验区地下咸水水质的变化(咸水化学)	146

1. 离子组成	
2. 离子关系	
3. 咸水的盐类组成和组合	
4. 咸水的 pH 值	
(三) 咸水改造(利用)综合指标	187
(四) 地下水改造的阶段性	190
五、关于改造地下咸水的基本观点和必要条件	191
VI 盐渍土土壤肥力的调节与作物丰产问题	193
一、盐渍土的物理性状及其调节问题	193
(一) 盐渍土的土壤耕作及其对土壤物理性状的调节	193
1. 土壤耕翻与耙地	
2. 土壤镇压与土壤盐分以及和作物生长的关系	
3. 土壤中耕问题	
(二) 盐渍土的水热状况及其调节	199
1. 土壤温度对作物生长的影响	
2. 盐渍土的土壤水热状况的调节	
二、盐渍土的植物氮素营养问题	203
(一) 盐渍土的氮素营养的特点	203
(二) 氮肥的增产效果	204
(三) 氮肥在提高作物抗盐能力方面的作用	206
三、盐渍土的植物磷素营养及其调节	210
(一) 盐渍土中有效磷的特点	210
1. 盐渍土的有效磷的奇缺	
2. 盐渍土中有效磷的固结问题	
3. 盐渍土有效磷的季节性变化	
4. 盐渍土有效磷与土壤熟化的关系	
(二) 磷肥的增产效果	212
1. 磷肥在小麦上的增产效果	
2. 磷肥在棉花上的增产效果	
3. 土壤供磷能力的评级试验	
(三) 盐渍土施磷增加作物抗盐力问题的探讨	214
1. 颀抗关系	
2. 协同关系	

附 件

1. 旱涝碱咸综合治理曲周试验区的规划设计	221
2. 盐渍土上的农业丰产技术	225

前 言

周总理生前提出了“北方干旱半干旱地区水资源合理开发利用”的科研任务；1973年，《河北省黑龙港地区地下水合理开发利用》列为国家重点科研项目；“利用改造咸水，综合治理旱涝碱咸”是其中一项重要课题。

为了改变黑龙港地区（三万七千平方公里，三千二百万亩耕地）农业生产低而不稳的面貌，必须在根治海河工程系统基础上进行综合治理，改变农业生产基本条件，全面落实农业“八字宪法”，促使农业大上快上，向机械化迈进。根据国家任务，在黑龙港地区的上中下游五个地区九个县，分别设置了九个综合治理试验区。我们华北农业大学盐碱土改良研究组承担了这项科研任务，按照省、地、县各级党委的指示，在邯郸地区东北部涝洼盐碱地的中心曲周县北部，建立了一个约三万亩的旱涝碱咸综合治理区。科学研究工作是在，以张庄大队为中心的六千亩“利用改造咸水，综合治理旱涝碱咸”试验区内进行的。试验区包括张庄、大街两个大队的全部土地及另外四个大队的部分土地，分属三个公社。

这一带低洼不平，春旱夏涝，地碱水咸，十年九灾。历来是“春天白茫茫，夏季水汪汪，只听楼声响，不见粮归仓”的老碱窝。群众中流传着“吃碗盐不用还，借碗水还得给”的俗话，小盐之多，淡水之缺，可想而知。在三座大山重压和旱涝碱咸为害的旧社会，广大贫下中农挣扎在死亡线上，过着扛长活、淋小盐、吃糠咽菜的悲惨生活。每逢灾荒，大批群众离乡背井，逃荒要饭，卖儿卖女，妻离子散，家破人亡，村庄毁灭。

曲周北部是老区。抗日战争和解放战争中，这里的人民在党的领导下英勇战斗流血牺牲，为革命事业做出了自己的贡献。解放后，随着农业集体化的发展，生产有所提高。但在修正主义路线的干扰破坏下，旱涝碱咸“四害”未除，粮食产量在一二百斤徘徊，长期吃粮靠国家，化钱靠贷款，灾年靠救济。在毛主席“农业学大寨”的伟大号召下，广大干部和贫下中农迫切要求改变这种落后状态。我们参考了国内外改良盐碱地的成功与失败的经验教训，总结当地改碱的历史，采用了以浅机井和深沟为主体工程的“井沟结合，农林水并举”的浅井深沟体系综合措施。四年来，经过实践的考验和多次试验，试验区运用浅井深沟体系已初步控制了旱涝碱咸的危害，并按综合治理规划做到“地成方，井成群，路林排灌沟成网”，初步实现了大地园林化和方田化，铲除了小农经济和自然灾害遗留下来的痕迹，开始展现出欣欣向荣的社会主义大农业的壮丽景象。

随着阶级斗争和路线斗争的深入，在大批资本主义，大干社会主义的“农业学大寨”和普及大寨县的群众运动热潮中，农业生产基本条件得到了根本的改变，试验区内所在大队的农业生产均有了较大幅度的增长。张庄大队七三年亩产130斤，七四年上《纲要》，七五、七六、两年连续过《黄河》。生产不断提高，对国家贡献也逐年增多。过去，全大队每年吃

国家统销粮约4—10万斤，只是七一、七二、年分别贡献2、3万斤。治理后，七四至七六年向国家每年平均贡献十万斤。1977年战胜了自然灾害以后，获得了丰收，跨过了《长江》。总产九十二万二千三百六十八斤，比1976年增加六成以上，单产802斤，每个劳力平均产量为3982斤，户均产6133斤，七七年总贡献为35万斤，为去年的三倍半。全人口平均人贡献526斤。

大街大队也是四年跨出三大步：七三年粮食亩产120斤，七四年上《纲要》，七五年过《黄河》，亩产567斤，七六年809斤单产跨了《长江》。该大队七三年吃返销粮2万斤，综合治理后，贡献逐年增加。七七年贡献九万斤，平均户贡献1285斤。

试验区内其他大队也由缺变余，结束了长期吃粮靠国家的局面。事实证明，只要是坚持毛主席的革命路线，有一个坚强的领导班子，采取科学的治理方法，旱涝碱咸严重为害的低产区也可以以较快的速度进行治理，迅速变低产为高产，由吃返销粮一变而为向国家提供大量的商品粮。

一九七三年秋开始调查研究，勘察规划，设计施工，一九七四年起逐步开展科学研究工作，到一九七七年已经整整四年了。这项研究成果是在我们党领导下的集体创作。首先是当地各级党委和河北农大校核心组贯彻执行毛主席革命路线的正确领导和大力支持，还有当地贫下中农的热情关怀和积极参加科学试验，河北农大有关专业的四十多名教师、干部先后在试验区进行教学、生产和科研活动。

这项科研工作是在曲周县和张庄大队多年改碱工作的基础上进行的。河北省水文地质大队邢中队在这一带曾进行了大量水文地质工作，打了一些优质深井，做了机井普查，并于七五年对试验区50米以上咸水层进行了详细的水文地质勘探，对进一步了解这里的水文地质条件和从事有关科研工作提供了可贵资料。

曲周县委为试验区成立了县革委旱涝碱咸综合治理试验区指挥部，并配备了有关人员，进行了大量的发动群众、设计施工、后勤、机务等方面工作，保证了科学试验研究工作的顺利进行。

为了给当地培养技术力量，在邯郸地委和曲周县委的领导下，1975年创建了一所“五七”型的曲周农民大学。学员们在试验区内外研究和推广试验成果的过程中起了很好的作用。

在“四人帮”横行、他们极右的反革命修正主义路线对党和国家进行干扰和破坏的日子里，我们河北农大曲周基点的同志们，在各级党委的领导和贫下中农的支持下，坚持在三大革命斗争第一线走与工农相结合的道路，各尽所能，团结战斗，改造思想，努力工作。但是，许多工作才是刚刚开始，这次总结又很仓促，不足和错误之处必然很多，希望领导和同志们给以指正。

打倒“四人帮”，科技工作大解放。在以华主席为首的党中央的领导下，在中央关于召开全国科学大会通知精神的鼓舞下，我们决心，加倍努力，把这项科学研究工作坚持搞下去，为攀登科学高峰，为改变曲周县，黑龙港地区和黄淮海平原涝洼盐碱地区的低产面貌，实现农业现代化而贡献自己全部力量！

总结提交的科研成果包括：季风区旱涝碱咸的发生规律及其综合治理；咸水利用；咸水改造；季风气候条件下盐渍土的水盐动态及其调控；井沟结合，除涝防托；盐碱地土壤肥力的调节与作物丰产问题。

曲周试验区及其周围地区

自然条件概述

旱涝碱咸综合治理曲周试验区位于河北省邯郸地区曲周县北部。面积八千亩，其中耕地六千四百亩。试验区西以里町干渠，东以支漳河为界，北临三八渠和四支渠，南抵六支渠，包括张庄和大街两个大队的全部土地和其他四个大队的部分土地，分属于三个公社。

试验区处在曲周县，也是邯郸地区的涝洼盐碱地的中心。在旱涝碱咸的严重危害下，这里长期以来，产量低而不稳，是远近有名的老碱窝。

一、气 候

这里属温带的半干旱气候区，受季风气候的强烈影响。由于蒙古高压和太平洋高压季节

表 1： 曲周县气象资料

(1963—1977年)

月 份	降水 (毫米)	蒸发* (毫米)	温度 (°C)	≥0°C积温	≥10°C积温
1	4.7	37.6	-2.95	4.8	0
2	8.4	53.3	-0.7	35.5	0
8	8.9	144.6	6.6	209.2	17.2
4	35.0	206.0	14.0	420.0	130.1
5	28.0	296.0	20.7	644.4	334.4
6	59.2	332.9	26.0	776.8	476.7
7	202.1	208.3	25.0	831.6	521.5
8	133.9	172.8	23.6	790.3	480.3
9	55.0	148.7	18.9	610.0	309.9
10	38.0	123.8	14.0	452.0	131.6
11	29.2	69.4	6.1	185.1	8.5
12	5.2	44.2	-1.9	30.2	0
年 平 均	603.8	1840.6	12.0	4989.9	2410.2

* 蒸发为1971—1977年的6年平均値。

性的相互消长，冬春季寒冷干燥，夏季温暖多雨，明显地表现出干湿季节的更替。

1963—1977年曲周县部分气象资料列入表1。15年平均的年总降水量为603.8m.m.（由于其中包括了1963年和1973年两次特大降雨过程，故平均值偏高）。降水的季节分配情况是：秋季（9—11月）19.5%；冬季（12—2月）3.2%；春季（3—5月）11.8%；夏季（6—8月）65.5%。即三分之二的降水量降于夏季，其中七八两月的降水量达336m.m.，占全年降水量的56.7%。所以，在全年内，降水分配十分不匀，大部分降水集中降于夏季的两三个月里，这是夏涝的主要原因。

从降水强度看，据1959—1976年十八年的资料分析，一年中除七八两个月以外的十个月里，日降水量达20—40m.m.的降水过程，共出现二十次，平均每年一次左右。其余均为<20m.m.的降水。所以，在一年的大部分时间里，降水对作物生长的需水和土壤盐分的淋溶，所起作用不大。

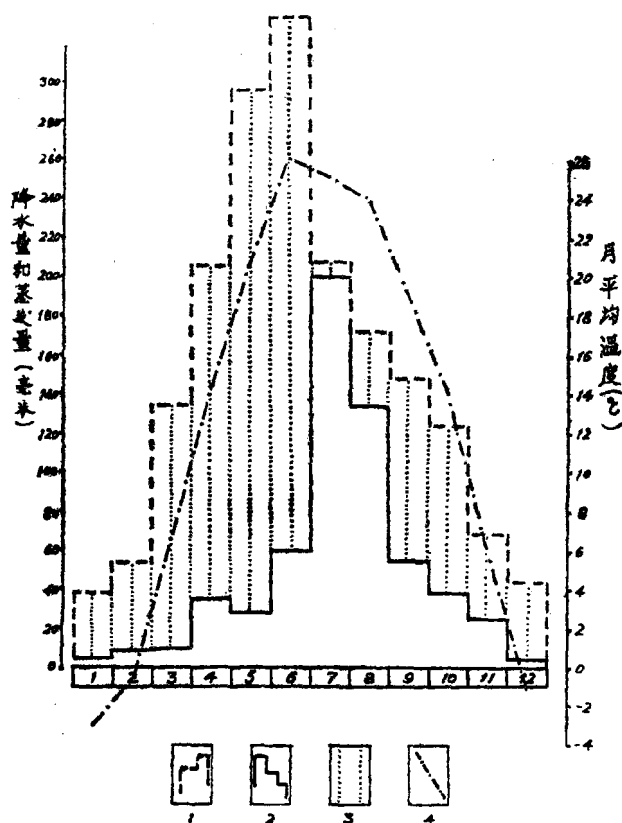


图1. 曲周县（1963—1977年）月平均降水量，
月平均蒸发量和月平均温度过程线图

1. 月平均蒸发量；2. 月平均降水量；3. 降水量和蒸发量之间的差值；4. 月平均温度。

降水集中反映了问题的另一个方面，即一年中的大部分时间为降水稀少的干旱季节，特别是春季。曲周的年蒸发量超过年降水量的三倍，可是，雨季里二者大体相当，而春季的蒸发量大于降水量8.8倍。干燥度是衡量一个地区干湿程度的一个重要参考指标。曲周

的年干燥度 $\left(\frac{\text{日平均温度} \geq 0^{\circ}\text{C}\text{持续期的积温的总和}}{\text{同时期的降水量}} \times 0.16\right)$ 为1.3，但是，季节性干燥

度则悬殊很大。雨季为0.8；秋季为1.62；春季可高达3.15。一年的大部分时间是旱季，降水少，蒸发强，特别是春旱对农业生产威胁很大。同时，旱季里，草甸类型土壤的积盐过程强烈进行，加重了土壤盐化程度。

在季风气候强烈影响下的黄淮海平原，由于降水集中，春旱夏涝，对农业生产危害极大。图2记载了1949—1974年间曲周县旱涝灾害情况。在此26年中，平均三年半就有一次较大的旱涝灾害。特别是涝灾更为频繁。毛主席提出“一定要根治海河”和“农业学大寨”的伟大号召以后，抗旱除涝能力有了较大提高。但是抗旱和除涝的任务还很重，要建立旱涝保丰收的高产稳产农田，还需要下很大的气力。

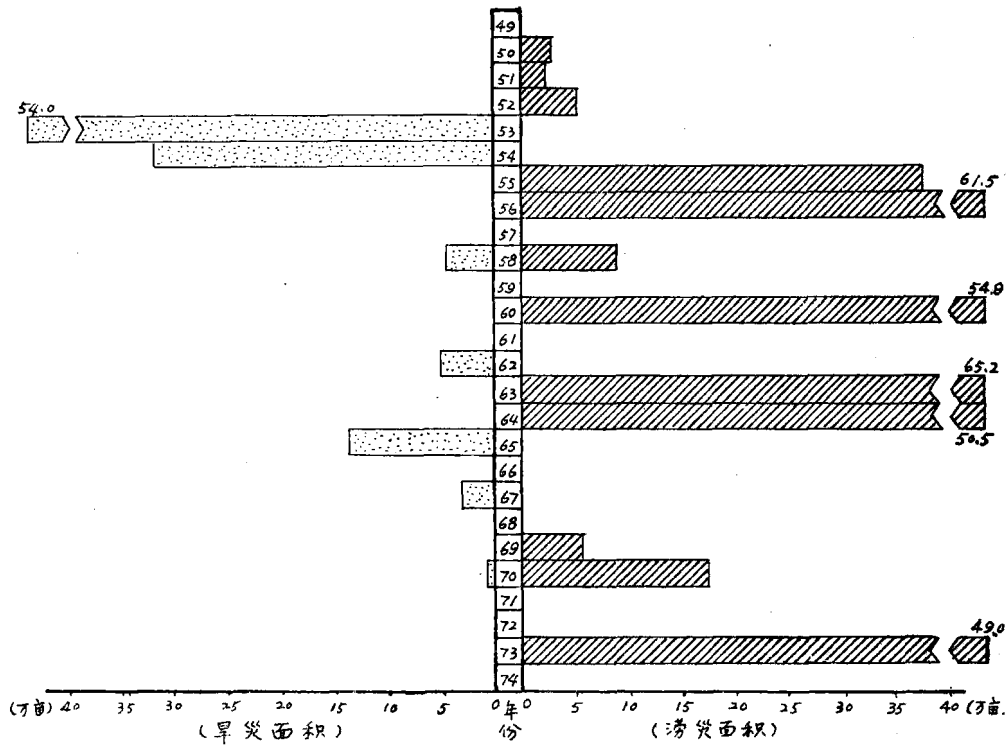


图 2. 曲周县旱涝灾害情况 (1949—1974年)

二、地 貌

试验区位于太行山的山前冲积平原，海拔37—35米，以四千分之一左右的地面坡降自南西北向东北方向倾斜。从曲周县北部地势图(图3)中可以看到，境内有三条南北向分布的狭长带状的微起高地(稍高于两侧地面约1—2米)，将曲周北部分为东西两个部分。东半部为一个向东北方向开口的槽形洼地。西半部则向北微倾，地面普遍稍高于东半部。地面坡降，愈往下游愈亦平缓。

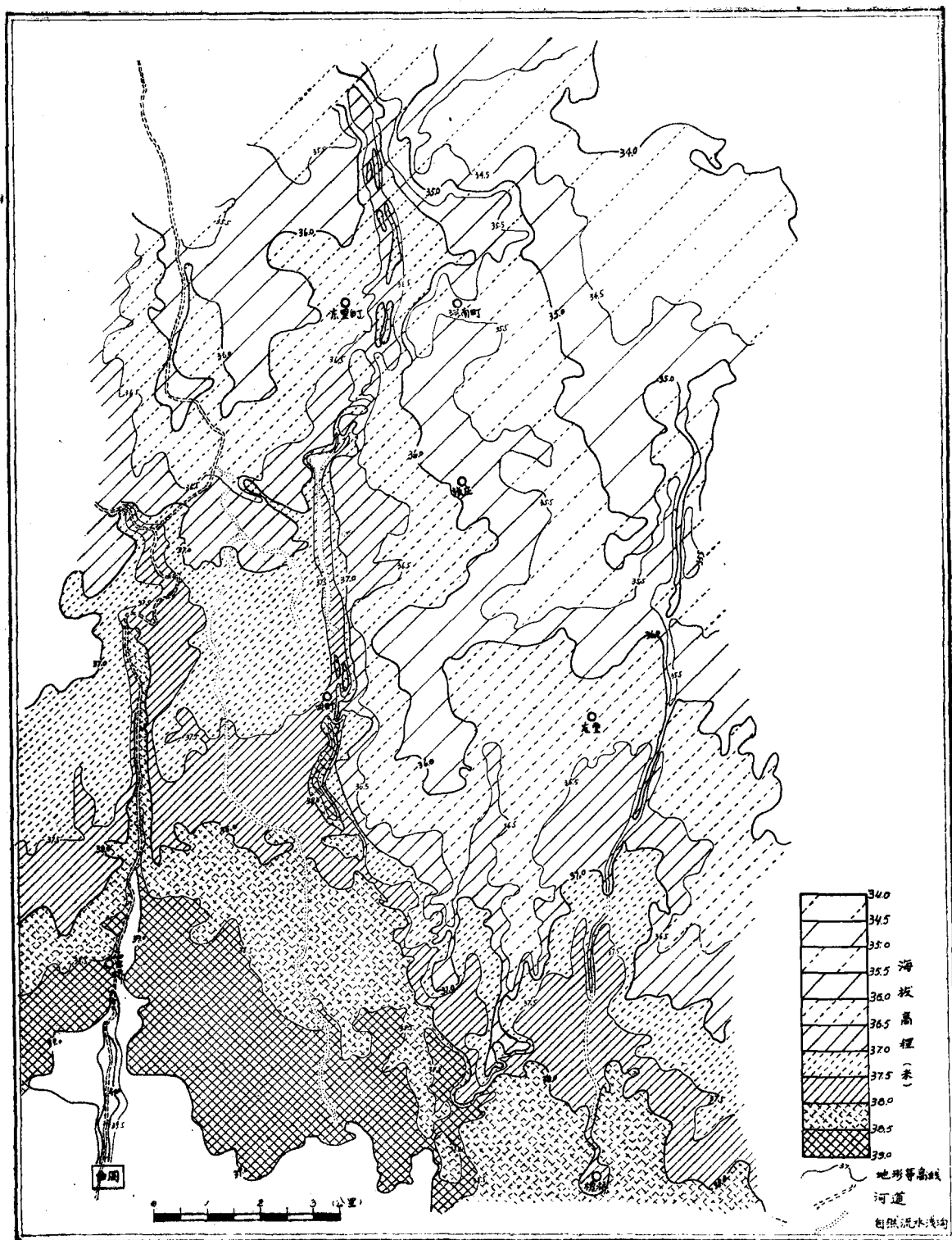


图 3. 曲周县北部地势图

这一带属滏阳河以东的古漳河遗留的一片泛滥平原。古漳河为地上河，自南而北地呈树枝状水系的高起的漳河故道和其间的河间洼地构成了泛滥平原的基本轮廓。地势图上所显示的三条南北向的微起高地，西侧为现代的滏阳河（地上河）河堤，中部是一条主要的漳河故道，东侧为漳河故道的一条支流。

旧曲周县志“河渠”部分有这样的记载：“旧志云漳水自肥乡县界由赵固、安儿寨、公城堡、马兰、相公庄、胡近口、韩家庄、流上寨入滏河同流”。在地势图和地貌概图上也可见到这条较早的，到流上寨村汇入滏阳河的原漳河河道的痕迹。位于中部的漳河故道是经东（西）漳村，第四町、第二町和石韩村入平乡县境内。旧曲周县志中尚记载了：“康熙十年后渐徙而南二十九年由广平之平固店入本县三塔村下流邱县等村与滏河分而城东之河遂涸……昔年涨泛之处尽为沃壤旧堤亦渐凌夷”。所以，漳河由此南迁，历史不长。

曲周县北部地貌概图（图4）标示了如下的主要的地貌类型：

I、自然堤（包括人工堤）

I₁ 现代的滏阳河河堤

I₂ 漳河故道自然堤

I₃ 漳河故道（支流）自然堤

II、缺口冲积扇

II₁ 旧漳河缺口冲积扇群

II₂ 旧漳河三町缺口冲积扇

II₃ 旧漳河河南町缺口冲积扇

II₄ 滏阳河决口冲积扇群

II₅ 滏阳河流上寨决口冲积扇

III、河间低缓平原

III₁ 漳河故道间的河间低缓平原（上部）

III₂ 漳河故道间的河间低缓平原（下部）

III₃ 滏阳河与漳河故道间的河间低缓平原（上部）

III₄ 滏阳河与漳河故道间的河间低缓平原（下部）

IV、河间洼地

IV₁ 漳河故道间的河间洼地

IV₂ 漳河故道间的河间槽形洼地

IV₃ 滏阳河与漳河故道间的河间洼地

IV₄ 滏阳河与漳河故道间的河间槽形洼地

曲周试验区内包括了各主要地貌类型，其中有：漳河故道及自然堤，古漳河三町缺口冲积扇，河间低缓平原和河间（槽形）洼地。以下对各主要地貌类型的特点分别加以说明。

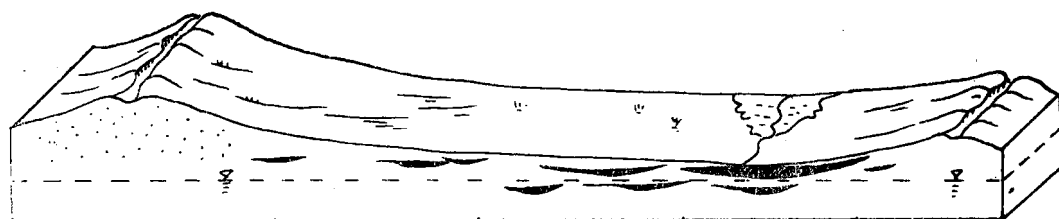
漳河故道及自然堤上部较两侧地面高出1—2米，呈宽约二三百米狭长而曲折的带状分布，沉积物以砂壤土为主，夹有细砂层和薄层的轻—中壤土。潜水埋藏较深，约3—5米，矿化度<4克/升。土壤无盐化现象，为褐土化浅色草甸土。

故道东侧的河间低缓平原地势开阔，宽约四、五公里，沉积物以轻壤土为主，与砂土层及粘土透镜体交互出现。旱季潜水埋深一般在2.0米左右，矿化度多在7—10克/升之间，土

壤普遍盐化。河间低缓平原的上部地势稍高，潜水埋藏较深，盐渍土多为次生，而中下部以原生的重盐渍化土壤为主。这里人工淋盐堆积的盐土堆星罗棋布，红荆碱蓬丛生，大面积的盐碱荒地触目皆是，景象颇为荒凉。试区就设置在这片河间低缓平原中下部的重盐渍化土壤上。

河间洼地地形低洼、平坦，沉积物的上部即以粘土和重壤土为主，夹有不厚的壤质和砂质土层。旱季潜水埋深在1.5米左右。由于地形低洼易涝，经常有淡水补充潜水，故而潜水平化度较二坡地为低，一般在2—4克/升，土壤多无盐化，为粘质的浅色草甸土，是当地主要的农田。

不同的地貌部位，往往有其相应的沉积物。潜水状况和土壤类型，它们之间相互联系，构成一个地理的综合体。根据以上所述，可用附有说明文字的图5加以表示



地 貌	故道及 堤 顶	自然堤 及决口 冲积扇	河间低缓平 原 上 部	河间低缓平 原 下 部	河间洼地	漳河故道 (支流)
沉积物	砂质— 砂壤质	砂壤质	砂壤—轻壤	轻壤，有粘土 透镜体	重壤—粘土， 粘土透镜体加 厚	略
旱季潜水 埋 深 (米)	> 3	2.5—3.0	2.5左右	2.0左右	1.5—1.0	略
潜水水质 (g/l)	< 4	5—7	7—10	7—10	< 3	略
土壤类型	褐土化 浅色草 甸土	浅色草 甸土	盐化浅色 草甸土	盐 土	粘土质浅 色草甸土	略

图5. 试区及周围地区自然条件综合断面图

--▽--潜水位。

三、水文地质条件

河北省水文地质大队邯邢中队曾在曲周县进行了大量的水文地质工作。1975年又在旱涝碱咸综合治理曲周试验区对上部咸水层（50米以上）作了详细勘探，已另有专门报告和图件。这里仅对试区及其附近地区的水文地质条件作一简单介绍。

整个黑龙港地区几乎均有咸水层分布。其水文地质结构大致可分为浅层淡水、咸水和深层淡水。浅层淡水底界面深度大于十米者约有1.86万平方公里。相当于黑龙港地区总面积的二分之一。其余二分之一的范围内,浅层淡水层很薄或无浅层淡水,地面以下即为咸水层。水文地质结构是:咸水和深层淡水。曲周县北部浅层淡水发育很差,浅层淡水区面积约占全县面积的十分之一,其余均为浅层咸水区。试验区一带即属没有浅层淡水,呈咸水——深层淡水的水文地质结构类型。

试区及其周边咸水层底板自西向东,由60米下伸到110米,咸水层厚度逐渐加大。咸水层发育于近代河流冲积物。18(30)米以上的地层岩性以砂粘和粘砂为主,其中有数层厚度为一米左右的粉细砂和细砂层。18(30)以下为厚约10—17米的细砂层,它是试区咸水层上部的主要含水层。此层具承压性,承压水头在地面以下三米左右。此含水层的顶板为厚约10米的亚粘土层,下伏地层为厚约七八米的粘土层。

咸水层受着古地理环境(特别是古河道)、古气候以及以后的各种地质作用,人为活动的影响,在空间上和垂直方向上的变化很大。咸水层的上部和后期的古河道的分布有着密切关系。试验区西部有漳河故道穿过,咸水矿化度较低(3—4 g/l),含水层较厚。东部则矿化度较高(5—7 g/l),含水层薄。

咸水层的表部,即潜水部分,受现代的地形、河流、土壤、大气降水和蒸发以及人为活动等因素的影响极大。在滏阳河两岸,由于受河水侧渗补给,咸水体以上飘浮不厚的浅层淡水,咸水层上部亦受其影响而矿化度较低。在河间的碟形或槽形洼地上,由于雨水存积,补给量大,咸水层上部矿化度一般较低。潜水位高,水平排泄条件差,土壤盐渍化重的河间低缓平原上,由于潜水垂直排泄很盛,和土壤盐分交换频繁,所以潜水矿化度很高,一般都在7—11 g/l,犹如在咸水层的上部飘浮着一层矿化度更高的咸水飘浮体。它和土壤盐渍化是互为因果,而又极大地加速了土地盐渍化的过程。

上部咸水层和现代的各种地理环境和人为活动密切关联,所以,它对农业生产影响很大,而我们对它施加影响,进行改造和利用的可能性也很大,是值得重视的一项自然资源。

18(30)米以下的具承压性的咸水层在水平方向上的变异也是很大的。南北纵贯试区中部的承压性咸水矿化度为3—4 g/l,呈宽约500米的带状分布。由此向东西两侧展开,咸水矿化度逐渐增加到7 g/l。

试区咸水的化学类型多为 $\text{SO}_4^{2-} - \text{Cl}^- - \text{Na}^+ - \text{Mg}^{++}$ 型或 $\text{Cl}^- - \text{SO}_4^{2-} - \text{Na}^+ - \text{Mg}^{++}$ 型, pH 值在8左右。

试区东部以内径33厘米的水泥管井开采40米以上的浅层咸水,单位涌水量2—4升/秒米。西部用75厘米内径的水泥管,井深20—25米,出水量较东部稍多。

埋藏浅,迳流滞缓,矿化度较高的咸水,大大加速了土壤盐化过程,是土壤盐分的主要补给来源。但是,咸水的碱度不高,矿化度一般在7 g/l以下和出水量尚能满足机抽(3吋泵)等条件说明,开采咸水,用于灌溉和调节水量水位,并逐步对其上部进行改造是有可能的。

深层淡水的顶板(咸水层底板)自西向东为60—110米。第一开采段的底界埋深在260—300米之间。包括上更新统(Q_3)—中更新统(Q_2)上部砂层富集的地层。砂层岩性和厚度的分布均为南西——北东向,呈条带状。这和古河道的沉积规律是相一致的。主含水层厚度

27—35米，为细砂——中砂。矿化度0.4—1.0克/升，化学类型多为 $\text{HCO}_3^- - \text{SO}_4^{2-} - \text{Na}^+$ 型或 $\text{SO}_4^{2-} - \text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$ 型。单位涌水量4—6升/秒。成井深度一般在250—300米。

深层淡水是这一带主要的地下淡水资源，对工农业生产意义很大。农业上可用于抗旱灌溉，也可与咸水混灌，改善咸水水质，扩大地下水资源。

四、土 壤

试区盐碱土具有历史久，分布广，含盐多和积盐深度大的特点。明朝崇祯年间就有“曲邑北乡一带，盐碱浮卤，几成废壤，民间赋税无出”的记载。《汉书》上也记有“其国斥卤，故曰斥章”（所指斥章县包括今曲周县），所以这一带的盐碱地已有两千年以上的历史了。这里旱天白茫茫，雨水水汪汪，下种不见苗，十年九灾荒。群众中也素有“吃碗盐不用还，喝碗水还得给”的俗语，足见小盐之多，淡水之缺了。试区里，有近两千亩是红荆碱蓬丛生，地面起伏不平，盐土疙瘩林立的碱荒地和枸杞地。还有大片是“雨水对付撒点籽，碱气上来就撂荒”的半荒地。

试验区内非盐化的浅色草甸土只占总面积的13%，其余均为不同程度的盐渍化土壤。盐渍化土壤中，轻盐化土壤占总面积的15.7%，中盐化土壤占15.1%，重盐化土壤占13.6%，盐碱荒地（少量种有枸杞）占38.6%。盐渍土分布广，盐碱荒地和强盐化土壤的分布面积占总面积的二分之一强，是试区土壤的第一个特点。

盐渍土中，以盐化为主，基本上没有碱化和苏打盐化是试区土壤的又一特点。盐渍土的主要类型是：以 NaCl 为主的氯化物盐（化）土，以 NaCl 和 Na_2SO_4 为主的氯化物——硫酸盐盐（化）土和以 CaCl_2 ， MgCl_2 和 NaCl 为主的潮湿盐土，群众分别称之为“盐碱”，“白碱”和“卤碱”。其盐分组成上的特点叙述如下。

白碱，因地面盐晶色白、松散而得名。由于含 Na_2SO_4 多，可以扫硝，故群众亦称之为“硝碱”，属氯化物——硫酸盐盐土或盐化土壤。它分布在故道的自然堤下部，决口冲击扇下部和河间低缓平原（二坡地）的上部等地势稍高的部位上。沉积物的砂性较强，土壤以砂壤和细砂土层为主，其中夹有不厚的（10—20厘米）中重壤质或粘质的土层。和大面积的二坡地的盐渍化土壤相比，潜水位相对较深（旱季多在二米和二米以下）矿化度较高（6—19克/升）。正是由于在季风气候下的这种地貌部位，地势、土质和潜水状况，使得这里的积盐过程在一年中以雨季后潜水位较高的秋季为主，春季的积盐过程相对较弱。故而在盐类组成上表现出 Na_2SO_4 较多的特点。

图6中记载了白碱剖面“ L_3 ”的一般特征及其盐分组成。白碱表层含盐量较其它类盐渍土都低，表层盐类离子的 Cl/SO_4 比值 < 1 ， $\text{Na}/\text{Ca} + \text{Mg}$ 比值为3.06。从盐分组成上看，主要是 NaCl 和 Na_2SO_4 ，二者占总盐的75%以上。所以，群众所谓的“硝碱”是指可以淋硝（主要是在秋末冬初扫硝），实际上主要盐类是 Na_2SO_4 和 NaCl 两种。

盐碱是因能淋小盐（食盐）而得名。春季地面有很薄的盐结皮，脆而色暗，踏上破碎成声，故群众中也叫“卡巴碱”或“黑碱”，属氯化物盐土或盐化土壤。它分布在开阔的二坡地上，是这一带主要的盐渍土类型。沉积物变化甚大，土壤中以砂壤和轻壤土为主，夹有20—40厘米厚的砂层和粘质土层，特别是1.5米以下有较厚的粘土层。潜水埋藏较白碱为浅，矿

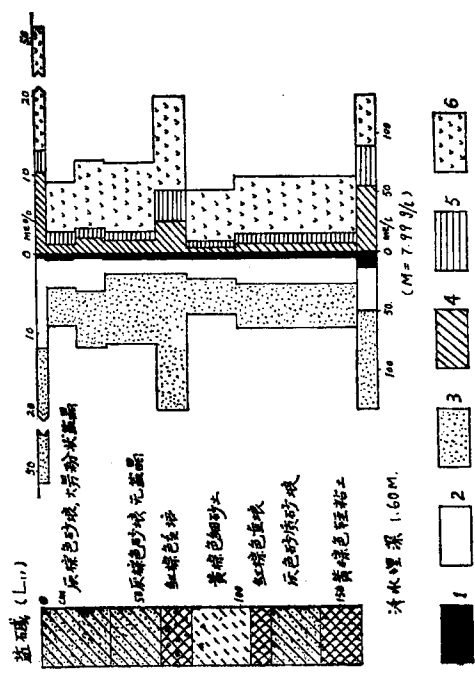
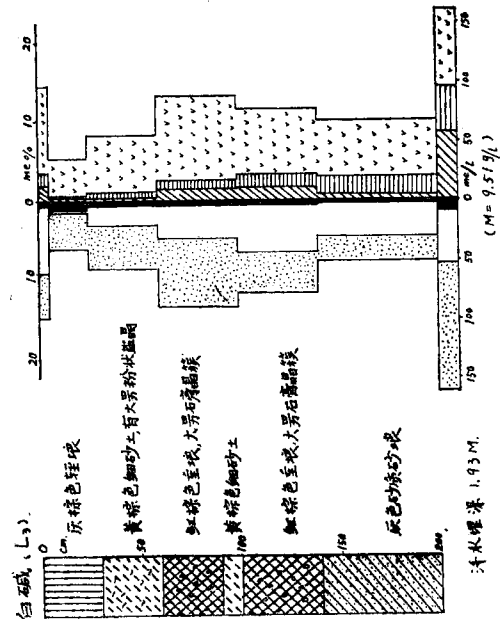
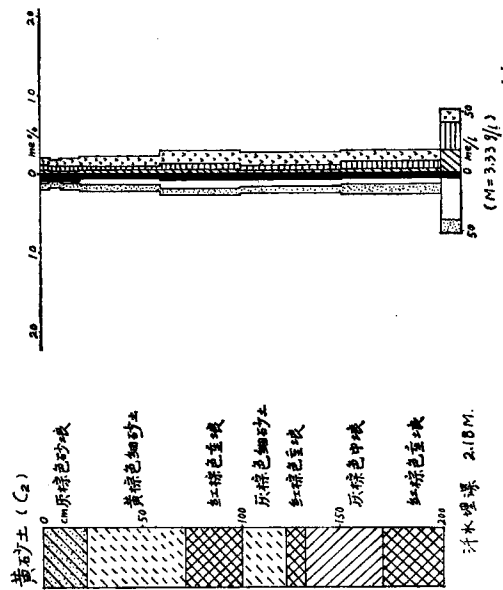
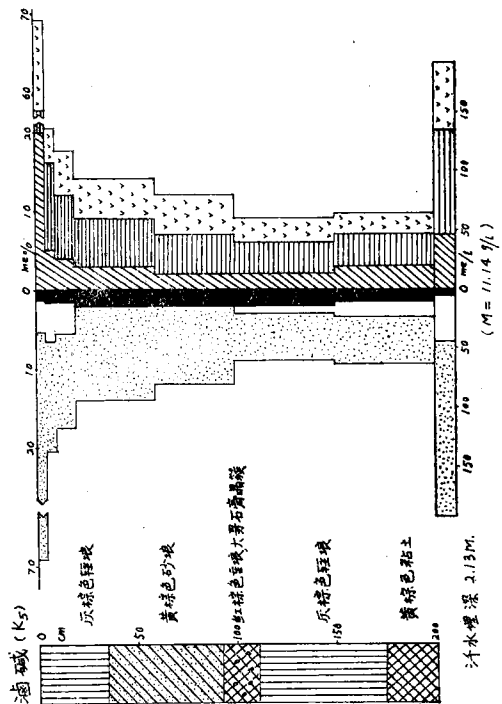


图 6. 试区内主要土壤类型的状态、盐类组成和潜水状况。 1. HCO_3^- ; 2. SO_4^{--} ; 3. Cl^- ; 4. Mg^{++} ; 5. Ca^{++} ; 6. $\text{K}^+ + \text{Na}^+$