

鲁西北平原旱涝盐碱综合治理区划*

刘有昌 袁长极 郝孝文
(山东省水利科学研究所) (山东省水利勘测设计院)

谢逸民 刘淑瑶 杨寿山
(山东省农科院土壤肥料研究所) (山东省林业科学研究所)

旱涝盐碱是鲁西北平原的三大自然灾害,是该地区农业生产低而不稳的重要原因。这三种自然灾害有着密切的内在联系,应当综合认识,综合治理^[1],同时,各地自然条件和旱涝盐碱情况不尽相同,必须因地制宜、各有侧重地分区分片治理^[2,4]。鲁西北平原旱涝盐碱综合治理区划就是根据这个原则制定的。

一、影响旱涝盐碱的自然条件

旱涝盐碱的产生,主要受不同自然条件和人为条件的影响,因此分析旱涝盐碱发生的因素及其变化规律,是编制旱涝盐碱综合治理区划的基础。

(一) 气候

降水量少且在季节上分配不匀和蒸发量大,是鲁西北平原产生旱涝盐碱的重要原因之一。根据多年平均生长期(3—11月)干燥度为 1.5 的等值线,将鲁西北平原划分成两个干湿地区:鲁北半干燥区,干燥度为 1.5—1.7;鲁西半湿润区,干燥度为 1.2—1.5。

以各季的旱涝指数作为旱涝分级指标,可将鲁西北平原分成三个旱涝气候区¹⁾: (1) 鲁北滨海历时长的重春旱重夏涝区; (2) 鲁北历时长重春旱夏涝区; (3) 鲁西南春旱夏涝区。

(二) 水文²⁾

鲁西北河流除黄河横穿东西,大运河纵贯南北外,其他均为独流入海、入湖的雨源型中小坡水河流,主要有徒骇、马颊、洺赵、万福、红卫等河,其共同特点有二: 1. 径流量小,年内、年际变化大。各河年平均径流深 30.2—83.3 毫米,仅相当于降水量的 1/10 左右,90% 的降水将就地蒸发或渗入补给地下水。径流量受降水影响,年际变化大,丰水年与枯水年相差近百倍,而且多集中在汛期。因此,要将鲁西北各主要河道的径流做为灌溉水

* 本工作得到熊毅教授和黄荣翰、孙贻让高级工程师指导,本文承熊毅教授审改;先后参加区划工作的还有山东省水利科学研究所唐梅娟、王杨、楼希天、李树梅,山东省水利勘测设计院袁志杰、郝树勋,山东省农业厅董世达,山东省气象局顾庭敏等同志,在此一并致谢。

1) 中国科学院地理研究所,山东省气象局, 1965: 《山东省旱涝气候区划》(资料)。

2) 山东省水文总站, 1965: 《山东省水文区划》(资料)。

源是相当困难的。但这些河道对于防洪排涝、改善地下径流状况、防治土壤盐渍化却十分重要。2. 排水排盐能力低。骨干河道和流域面积 300 平方公里以上的支流虽已经过治理,排涝行洪能力有所提高,但由于流域面积 300 平方公里以下的支流尚未全部整治,田间排水工程不配套,特别是在排水骨干河道上节节建闸蓄水灌溉,以致全年排水量仅为降水量的 1/10,而且主要是排泄汛期洪涝水,排泄非汛期的径流仅占总径流的 23%。这种排水状况对土壤盐渍化的影响很大。

(三) 地形地貌

鲁西北平原由河流多次泛滥沉积而成,地形虽属平坦,但中小地形却起伏不平,岗、坡、洼相间¹⁾。这种微地貌的变化,使水、盐重新分配,形成许多以各种洼地为中心的水、盐汇集区,造成“岗旱、洼涝、二坡碱”^[6]。

地貌类型可分为河滩高地、决口扇形地、缓平坡地、浅平洼地、背河槽状洼地、现代黄河三角洲、海滩地七种。由于各种地貌类型的水、盐状况不同,相应的旱涝盐碱情况也有所差异。

(四) 潜水²⁾

鲁西北平原潜水的补给主要靠降水,出路主要靠蒸发和蒸腾,潜水埋深较浅并均有不同程度的矿化,为“垂直运动型高位矿化潜水”。一般说高地潜水埋深为 3—5 米,平地为 2—3 米,洼地、沿黄和滨湖地区 1—2 米。潜水坡降七千分之一左右,滨海、滨湖地带小于万分之一,出流弱,或出现潜水滞流区,必须依靠河沟改善其出流条件。

潜水矿化度一般为 1—3 克/升,黄河两侧、故河道小于 1 克/升,内陆潜水滞流区和洼地为 3—5 克/升,个别 5—10 克/升,滨海地区的内侧 10—30 克/升,在滨海数十年高潮的淹没地带一般大于 30 克/升。

滨海平原为氯化物钠质水,而内陆平原则比较复杂。一般情况下,矿化度 < 1 克/升主要为重碳酸钙镁质水;矿化度 1—2 克/升为重碳酸镁钠质水;矿化度 2—5 克/升为氯化物、硫酸盐镁钠质水;矿化度 > 5 克/升为硫酸盐氯化物钠质水。鲁西地区潜水中的 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 和 Na^+ 含量较鲁北为高,当矿化度小于 1.5 克/升时, $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$ 往往超过 $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$, 即有残余碳酸钠存在,因此在土壤盐渍过程中也出现明显的碱化现象^[4]。综上所述,鲁西北地区可分为三个潜水区,即鲁北滨海咸水区,鲁北矿化水区,鲁西碱性矿化水区。

(五) 土壤^[2,7]

鲁西北平原主要分布着潮土和不同程度的盐碱化土壤。潮土是黄河冲积母质在潜水的影 响下经耕种而形成的。在地形部位较高、潜水埋藏较深之处(潜水埋藏深度长期处于 3.0 米以下),潮土有向褐土化发育的趋势。如果地形部位较低,同时又以粉砂壤土为主,潜水埋藏深度长时间活动在临界水位上下,则土壤将发生盐渍化过程,而形成盐碱化潮

1) 山东省水利科学研究所, 1964: 《鲁北、湖西地貌类型图》(二十万分之一)。

2) 山东省水利局地下水普查办公室, 1978: 《地下水普查图集》(二十万分之一)。

土。当潜水出流更为滞缓,土壤盐碱化过程将长期持续发展,而形成各种类型的潮盐土和瓦碱^[3,4]。

二、旱涝盐碱及肥力状况

鲁西北平原是黄淮海平原的重要组成部分,包括山东省菏泽、聊城、德州、惠民(除桓台县)四个地区,济宁地区的鱼台、金乡、嘉祥三县,济南市的历城、章丘两县北部和昌潍地区的寿光、潍县、昌邑三县北部,总面积 53,000 平方公里。共有耕地 4,400 余万亩,人口 2,300 余万,均占全省的 1/3 左右。本区历来是山东省重要的粮棉产区,但自六十年代以来,农业生产逐渐低于全省平均水平,差距越来越大。

本区低产的原因很多,就自然因素而论,主要是旱涝盐碱并存,交互为害,据统计,自 1470 年(明成化六年)至 1979 年的 510 年间,鲁北地区出现旱灾 199 次,涝灾 183 次,旱多于涝;鲁西地区出现旱灾 142 次,涝灾 187 次,涝重于旱。

除旱涝灾害频繁外,旱、涝灾害在年际或年内往往交错发生:连续几年大旱后,又连续几年大涝;长期春旱后,又发生严重的夏涝。如鲁北地区,在 1957—1960 年连续四年干旱后,又出现 1961—1964 年连续四年的大涝;1960 年 10 月到 1961 年 6 月连续 245 天无雨,全区大旱,而进入汛期,降水量达 652 毫米,受涝面积达 1,852 万亩。

鲁西北地区土壤的盐渍化随着旱涝灾害的发生和治理情况而变化。据调查统计:五十年代鲁西北地区约有盐碱耕地 680 万亩,另有盐碱荒地 500 万亩左右;五十年代末由于盲目的大蓄、大引、大灌而忽视排水,盐碱耕地面积到 1961 年前后猛增到 1,360 万亩;六十年代随着海河、淮河水系骨干排水河道的整治,控制引黄,发展机井灌排,盐碱地面积逐年下降,1970 年前后下降到 900 万亩左右;近年来,由于排水河道建闸蓄水,大量引黄,加之管理不善,目前盐碱耕地面积有所回升,约达 1,150 万亩左右。

建国以来,对鲁西北地区的旱涝盐碱进行了大规模的研究和治理,抗灾能力有所提高,农业生产条件有所改善。但是,由于排灌工程配套差,管理工作薄弱,现有工程没有充分发挥效益,特别是引黄灌区的大水漫灌和排水河道建闸蓄水,恶化了区域水盐状况,加重了涝盐威胁。同时,对旱涝盐碱的治理,只强调工程措施,忽视了生物措施,没有进行综合治理,致使三害至今仍然是鲁西北地区农业生产发展的严重威胁。

此外,由于重用轻养,盲目提高复种指数和扩种耗水耗肥作物,而又施肥不足,造成地力衰退,形成农业的恶性循环。五十年代的鲁西北平原,占粮食作物播种面积 10% 以上的有小麦、大豆、谷子、高粱、玉米五种作物,粮田复种指数为 1.5,构成以小麦、大豆、杂粮(谷子、高粱、玉米)二年三熟为主的轮作制。到 1979 年,占粮食作物播种面积 10% 以上的仅有小麦和玉米两种,粮田复种指数达 1.73,小麦、玉米一年两熟制的面积大幅度增加,导致一些不良后果。如由于夏播玉米面积大幅度增长,“芽涝”灾害十分突出;由于复种指数提高,耗水耗肥作物面积增大,而大豆、花生等养地作物面积大幅度减少,土地得不到休养,加之施肥不足,造成地力衰退。据测定,当前鲁西北地区土壤有机质含量一般为 0.4—0.6%,全氮为 0.03—0.04%,速效磷为 2—3 μm 。土地脊薄已成为鲁西北平原农业生产发展的重要障碍因素。

三、分区原则与治理途径

(一) 分区原则

鲁西北地区旱涝盐碱综合治理区划的目的和任务主要是:科学地分析研究各种影响旱涝盐碱发生与变化的自然条件和规律,综合论证不同地区旱涝盐碱综合治理的途径、需要和可能采取的治理措施,为合理地开发利用水土资源,消除旱涝盐碱灾害,保障农业高速发展提供科学依据。因此,分区原则主要考虑以下几点:1.影响旱涝盐碱灾害的自然条件和农业生产基础的类似性,以及农业生产远景发展的类似性;2.合理利用自然条件(主要是水、土资源)和改造自然条件的可能性;3.适当照顾行政区划,尽量利用现有排、灌等工程设施。

区划分到二级,即区、亚区。采用地域单元,即每个区和亚区在地域上是连成一片的,成为一个独立的治理单元。

根据上述原则,我们将鲁西北地区划分为三个区、十一个亚区(见附图)。

(二) 分区概述

I. 滨海重旱、重涝盐渍区 本区北自漳卫新河口,南至胶莱河口,西面大致以海拔10米等高线与内陆地区分界,东临渤海,包括惠民地区的大部和昌潍地区寿光、潍县、昌邑三县的北半部,面积14,150平方公里,占鲁西北总面积的26.7%。

本区年降水量600毫米左右,为全省降水量最小地区,春季降水仅75毫米左右,而5、6月间平均有10—12天干热风出现,更加重旱情。但7月份雨量特别集中,再加上本区处于各入海河道下游,雨季受洪水及海水顶托,内涝渲泄不及,常积涝成灾。本区地势低平,地面坡降1/10000左右,潜水埋深1—3米,出流不畅,水质高度矿化。浅层地下水矿化度 >10 克/升,不能用于灌溉,深层地下淡水顶板埋深400米左右,水量有限,开采造价高,不宜作为农田供水,黄河为本区主要灌溉水源、徒骇、马颊等骨干河道主要承受上游洪水,区内涝水则需依靠当地独流入海的河道排泄。本区土壤除受高位高矿化潜水作用外,近岸地带还受海潮浸渍的影响,分布着大面积的滨海盐渍土。

本区治理途径是:(1)建好、管好防潮工程;(2)完善独流入海水系,洪涝分排;(3)在健全排水系统的基础上,充分利用黄河水、沙资源,引河灌溉洗盐,淤灌改土;(4)保护现有林地,草原,在洗盐改土的基础上建设人工草场,大力发展畜牧业,建设牛羊饲养生产基地。营造农田防护林网,或因因地制宜实行枣粮间作。本区可划分为海滩地、黄河三角洲和滨海坡洼地河灌深排三个亚区。

II. 鲁北重旱、易涝斑状盐渍区 本区位于徒骇、马颊河流域中、上游及小清河与黄河之间,包括聊城、德州两地区的全部,惠民地区的西部和济南市的历城、章丘两县北部,面积23,650平方公里,占鲁西北地区总面积的44.6%。

本区作物生长期干燥度1.5—1.7,为省内高值区。年平均降水量600—700毫米。春季降水稀少,多干热风,春旱严重且历时长。盛夏雨水集中,降水强度较大。旱涝气候特征是春至初夏重旱、盛夏涝、秋偏旱。区内地貌类型复杂,以缓平坡地为主。潜水埋深一

一般为 2—3 米,矿化度 1—2 克/升。土壤以潮土为主,河滩高地有褐土化潮土,低坡地和洼地边缘土壤盐碱化较重,耕地中盐碱斑块较多,背河槽状洼地有成片的潮盐土。因长期养用失调,土地瘠薄,地力衰退。本区是山东省最大和最集中的棉花产地,棉花产量约占全省的一半。

本区治理途径是:(1) 确保各级排水河道的排水,排盐作用,因地制宜地搞好田间排水工程,井灌区以井控制潜水位,局部咸水区应用沟排控制潜水位;(2) 根据作物布局,合理调度水资源,充分利用浅层地下水,北部棉区发展井灌,南部井渠并用,以井为主,辅以引黄;(3) 用地与养地相结合,培肥地力,建立农田防护林网,实行林(桐、枣)粮间作。本区可分为马颊河河滩高地井灌亚区、徒骇河坡洼地井渠结合亚区、德惠新河坡洼地咸水亚区和鲁北沿黄洼地放淤亚区。

III. 鲁西重涝、易旱斑状盐渍区 本区位于黄河以南,南四湖、梁济运河以西,包括菏泽地区全部,济宁地区的鱼台、金乡、嘉祥三县全部和济宁市一部分。面积 15,200 平方公里,占鲁西北地区面积的 28.7%。

本区属半湿润区,年降水量 700—800 毫米,旱涝气候特点是春旱、夏重涝、秋偏旱。境内地势低平,主要排水出路为南四湖,但出口泄量小,骨干排水河道标准低,支流与田间工程配套较差,滨湖一带不能自流排,涝灾较严重。区内潜水矿化度一般为 1—2 克/升,局部为 2—5 克/升。潜水中含重碳酸盐较多,土壤有明显的苏打累积和碱化现象,特别是万福河以南地区,分布着较大面积的碱化潮土和瓦碱。本区浅层地下淡水资源比较丰富,又大有引黄或引湖灌溉条件。

本区的治理途径是:(1) 扩大南四湖出口泄量,疏通湖内行洪障碍,整治骨干排水河道及其支流,打通排水出路,搞好田间排水工程配套,保证排水畅通;(2) 充分利用浅层地下淡水资源,发展引河、引湖灌溉,井渠并用,以井助排;(3) 在作物布局上,东明、菏泽、鄄城、郓城、梁山等北五县以粮豆为主,曹、单、定陶、巨野、成武等南五县以棉粮为主,在保证水源的前提下,滨湖洼地发展水稻;(4) 发展绿肥与改革耕作制度相结合,合理安排轮、间、套种;(5) 加强林业建设和畜牧业生产,建立农田防护林网,实行林(桐、枣)粮间作,大力发展鲁西黄牛、青山羊等草食牲畜。本区又可分为鲁西沿黄洼地放淤亚区、万福河北坡洼地井渠结合亚区、万福河南高坡地井灌亚区和南四湖滨湖洼地提灌提排亚区。

四、治理措施

实践证明,治理旱涝盐碱,必须调节和改善水、盐平衡和生态平衡^[8],因地、因时制宜地采取水农林综合措施。

(一) 以排为基础,改善区域水盐均衡状况

排洪除涝要通过河道、沟网及时排出过多的地面水和土壤水;盐碱地改良则需在排水、排盐基础上改善农田水盐状况;发展灌溉也必须先解决排水问题,控制地下水位以免土壤返盐,有灌有排才能灌而不盐。所以,旱涝盐碱综合治理必须以搞好排水工程为基础^[2,3,8]。

鲁西北地区的排水工程,要满足排洪、排涝、排盐三方面的要求^[5]。骨干排水河道担负着改善区域性水、盐均衡的任务,决不能满足于汛期排洪排涝,而忽视排盐。建国以来,本地区治理了徒骇、马颊、红卫、万福等骨干排水河道,基本控制了一般洪涝灾害。但是,由于河道建闸节节拦蓄,降低了排水、排盐能力。据徒骇、马颊河流域水量、盐量平衡估算,1953—1975年,多年平均年总来水量(包括降水、引黄、黄河测渗)为146亿立方米,来盐量为110万吨,年出流量10.7亿立方米,仅占年来水量的7.3%,年排盐量为74万吨,占年来盐量的67.3%,平均每年积累盐量36万吨,折合每亩11公斤。由此可见,多年来,鲁北地区处于盐分积累过程。所以,从区域治理角度看,保证骨干河道排水、排盐的畅通,是鲁西北地区旱涝盐碱综合治理的前提条件。

田间排水工程必须因地制宜。内陆井灌地区,采取小流域深沟排盐,田间浅沟排涝,井灌控制潜水位的井沟结合方式。滨海地区以及内陆咸水区,应考虑田间排盐系统,粘土地采用明沟排水,粉砂壤土采用暗管排水。

为充分发挥排水工程在治理旱涝盐碱中的作用,应以潜水和土壤的水盐动态为信息,建立排水系统的管理运用制度。首先要充分利用汛后土壤盐分下移到潜水、潜水位又高的时机,加强汛后的排水、排盐。其次通过开采利用浅层地下水,把排、灌、蓄结合起来,汛前春旱、初夏旱时应适当地过量开采,腾出地下库容,以提高土壤蓄水能力,加强土壤盐分的淋洗。

(二) 以井灌为主,合理开发与调度水资源

目前鲁西北地区可供开发利用的水资源,主要是浅层地下水和黄河水。浅层地下水属第四纪孔隙水,宜井区面积约占2/3。利用浅层地下水,发展井灌,自主性和灵活性强,又可收到旱涝盐碱兼治的效果^[5]。但是,全区有23%的面积浅层地下水矿化度较高(一般2—5克/升,局部5—10克/升),需经改造方可用于灌溉;还有10%的面积无浅层地下淡水资源,必须另找门路。黄河水的水质好,可自流灌溉,节省能源。但本区处黄河最下游,干旱时期水的保证率不高,同时还存在着泥沙处理与灌区土壤次生盐渍化问题。综上所述,地下水与黄河水各有利弊,必须扬长避短,因地制宜合理开发与调度。

鲁西北宜井地区的地下水资源基本能满足棉区的需水要求,但粮区的需水与供水矛盾较大,应引黄补其不足。因此,在水资源的利用上,可分为以下几个区:滨海为引黄区;内陆沿黄各县为以井灌为主、引黄补充区;鲁北北半部、鲁西南半部棉区为井灌区^[5]。

(三) 培肥地力,增强抗灾能力

为尽快改变鲁西北平原的低产面貌,除强调自然条件的综合改造外,还应采取适当措施,培肥地力,增强抗灾能力。

1. 改革种植制度。六十年代以来,盲目提高复种指数,变二年三作为一年两作,压缩了棉花、花生、大豆、谷子、高粱,改种玉米、甘薯。农作制度改变而肥料跟不上,致使土地瘠薄,发生大面积“芽涝”、“薄碱”等人为灾害,干旱的威胁格外严重。根据鲁西北地区的实际情况,当前一般应降低复种指数,恢复和建立以小麦、大豆、杂粮(玉米、谷子、高粱)二年三作为主的种植方式。但在生产条件较好、土地肥沃的地区,仍可继续采用小麦—玉米

一年二作方式。高亢地区应扩大棉花种植，砂薄地应扩大林业用地并恢复以花生为主的种植方式。

2. 要培肥地力，提高产量，必须“三肥并举”。目前，鲁西北平原施肥水平很低，应重视合理施用化肥，要按比例均衡增施氮、磷化肥。在培肥地力提高产量方面，农家肥料的重大作用是众所周知的。但目前鲁西北平原仍以秸秆为主要能源，可供做饲料及堆肥的秸秆为数有限。不解决燃料问题，秸秆不能还田，饲养业不能大量发展，迅速增加农家肥料实有困难，应多营造薪炭林，发展沼气，以解决燃料与饲料、肥料之间的矛盾。



鲁西北地区旱涝盐碱综合治理区划图

大力发展绿肥,包括用轮、间、套的办法将绿肥插入不同的耕作制度中去;利用“三边”大种紫穗槐;把部分收益不高的盐碱地改为绿肥和饲料基地,种植耐盐性能较强的田菁、籽麻、紫穗槐或苕子、苜蓿,将其生产的绿肥集中用来培肥好地和轻的盐碱地。

(四) 加强林业建设,改善生态环境

加强林业建设是改善生态环境和综合治理旱涝盐碱的必要措施^[1]。发展林业生产既是改善生态环境的手段,本身又是生产过程,它的综合效益非工程措施所能代替,而且所需劳力、物力和财力也较工程措施为少。

据山东省林业部门多年观测,农田防护林网可降低风速 30—50%,提高空气相对湿度 20—25%,减少地面蒸发 14—38%,这就可以缓和旱情,增加降雨的机率,此外,通过林木的蒸腾还可起到降低潜水位、提高防涝、防盐能力的作用。同时,还提供木材、烧柴、肥源、饲料和某些副业生产的原料,促进农林牧副业的综合发展。

鲁西北地区的林业建设,应以改善生态环境为主,结合营造薪炭林、用材林和经济林。充分利用河道、沟渠、道路、村庄等空隙地较多的优势,大力营造农田防护林和四旁植树,适当发展果粮间作。同时,充分利用现有荒地和在土地较多的地方,营造一些成片的用材林和经济林。

为尽快发挥林业建设的经济效益,在强调改善生态环境的前提下,还应采取速生丰产树种与优质树种搭配,以及乔木与灌木搭配的办法,使长远利益与当前利益结合起来。各地典型经验证明,如果经营得当,三、五年即可见效,并非远水不解近渴。

参 考 文 献

- [1] 山东省水利科学研究所, 1979: 盐碱地改良。山东科技出版社。
- [2] 中国科学院南京土壤研究所主编, 1978: 中国土壤。科学出版社。
- [3] 中国科学院封丘除灾增产区划工作组, 1966: 河南省封丘县除灾增产区划。土壤学报, 第 14 卷 1 期, 1—12 页。
- [4] 王遵亲、刘有昌、黎立群、董兆鹏, 1964: 山东聊城土壤盐渍化防治的区划及措施。土壤学报, 第 12 卷 1 期, 10—22 页。
- [5] 刘有昌、袁长极、郝孝文, 1979: 试论南水北调工程(东线方案)土壤盐渍化的防治。山东水利科技, 第 2 期。
- [6] 刘有昌、袁长极等, 1980: 鲁西北黄泛平原微地貌及其与旱涝碱治理关系的研究。人民黄河, 第 5 期。
- [7] 熊毅、席承藩等, 1965: 华北平原土壤。科学出版社。
- [8] 熊毅, 1979: 黄淮海平原的生态系统。土壤, 第 2 期, 41—44 页。

COMPREHENSIVE REGIONALIZATION FOR THE HARNESS AND CONTROL OF DROUGHT, FLOODING, SALINIZATION AND ALKALIZATION OF NORTHWESTERN PLAIN IN SHANDONG PROVINCE

Liu You-chang and Yuan Chang-ji

(Water Conservancy Research Institute of Shandong Province)

Hao Xiao-wen

(Designing Institute of Water Conservancy and Survey, Shandong Province)

Xie Yi-min and Liu Shu-yao

(Institute of Soil and Fertilizer, Shandong Academy of Agricultural Science)

Yang Shou-shan

(Institute of Forestry of Shandong Province)

Summary

The northwestern plain of Shandong is a main part of the plain of the Huang-Huai-Hai rivers and it is also an important area of grain and cotton production. However, because of the influence of drought, flooding, soil salinization and alkalization, crop yield in the area is still low and unstable.

These calamities with closely internal interrelations should be considered integrally in order to harness and control them in a reasonable way. The main measures for harness and control the calamities should be conducive to (a) the improvement of the water and salt regimes in the area on the basis of drainage, (b) reasonable exploitation and regulation of water resource on the basis of well irrigation, (c) reasonable land use integrated with maintenance and promotion of soil fertility and enhancement of resistance to the disasters, and (e) popularization of forestation and improvement of the ecological environment.

Due to the difference in natural conditions and calamities in different regions, the measures for the harness and control of the disaster should be adopted in accordance with the local conditions. Therefore, a reasonable regionalization for the purpose mentioned above is required. The main points for the regionalization of this region should be considered as follows: (a) similarity of natural conditions which may influence the distribution of drought, flooding, soil salinization and alkalization and similarity in agricultural production, (b) possibility of reasonable use of water and soil resources and improvement of natural conditions, (c) appropriate consideration of administrative area and utilization of existing installments of irrigation and drainage.

Based on the principles mentioned above, the northwestern plain of Shandong are delimited into 3 regions, i.e., coastal salinized region with severe drought and flooding, northern spottedly salinized region with severe drought, and western spottedly salinized region with severe flooding. Under the regions, 11 subregions are delimited. General aspects of the regions and subregions are epitomized.