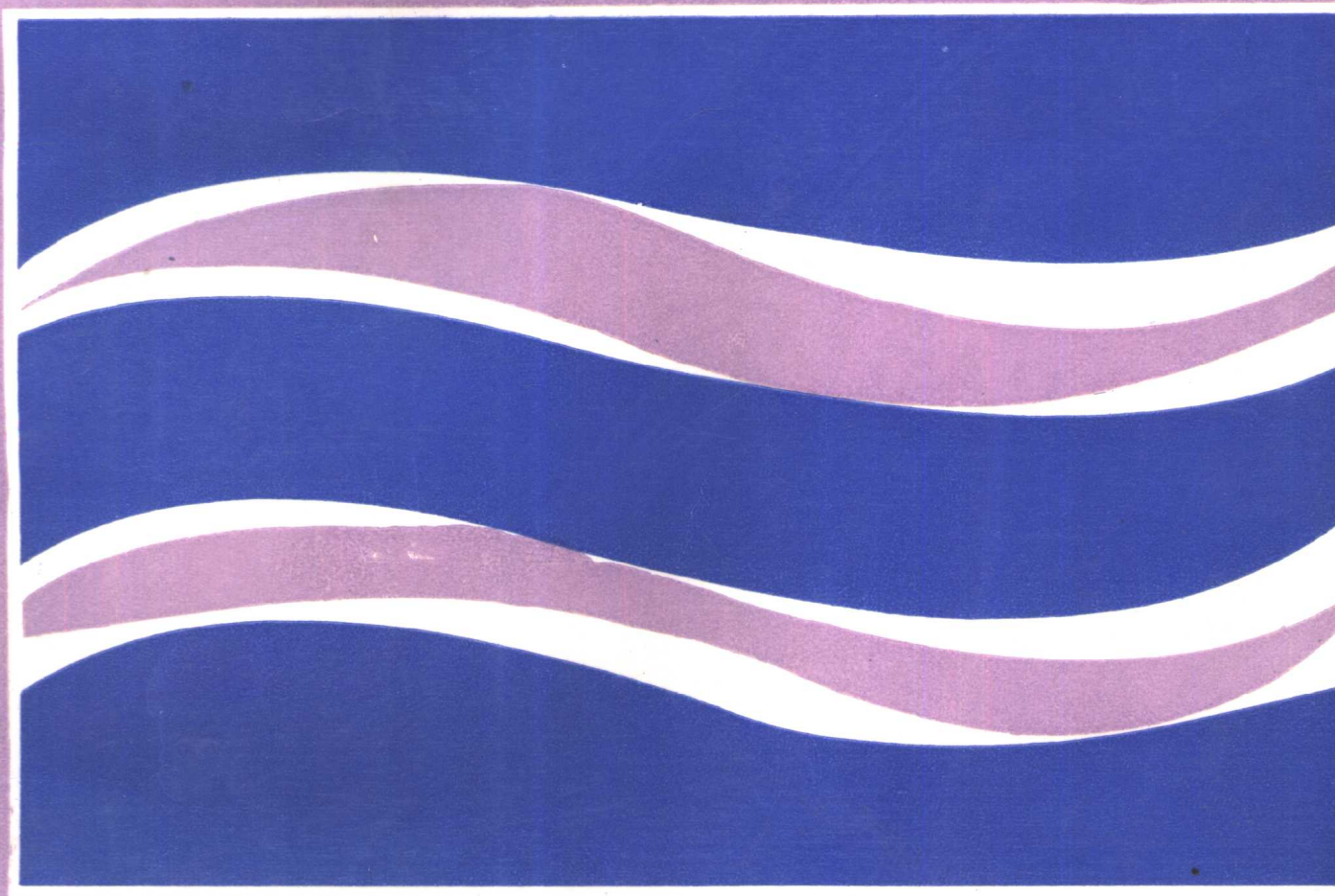


华北平原农业自然条件与区域开发研究

华北平原化学元素的 表生迁移

王景华 饶莉丽 著



科学出版社

56, 652
128

华北平原农业自然条件与区域开发研究

华北平原化学元素的表生迁移

王景华 饶莉丽 著

科学出版社

1990

00477

内 容 简 介

本书是《华北平原农业自然条件与区域开发研究》系列专著之一。论述华北平原区域性化学地理。作者以华北平原土壤和植物的化学元素表生迁移为基础,阐述了华北平原化学元素的屏蔽作用,地形对化学元素分布的影响,华北平原的主要土壤类型及铀、钍、稀土元素和微量元素在土壤中的分布特点,同时介绍了华北平原农作物、经济作物和天然植物的化学元素含量水平。本书提供了大量化学元素分析结果以及研究方法和理论,对华北平原的农业生产,对旱、涝、盐碱的综合治理以及土壤和植物资源的开发与保护,对华北平原的经济发展都是有用的。

本书可供地理、环境、土壤和植物等专业科研人员 and 高等院校有关专业师生参考,也可供从事旱、涝、盐碱综合治理的有关人员和生产部门的管理干部阅读。

华北平原农业自然条件与区域开发研究 华北平原化学元素的表生迁移

王景华 饶莉丽 著

责任编辑:刘卓霞

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100707

中国科学出版社印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1990年8月第一版

1990年8月第一次印刷

印数:001—600

开本:787×1092 1/16

印张:12 3/4

字数:285 000

ISBN 7-03-001568-1/P·297

定价:14.70元

10403

《华北平原农业自然条件与区域开发研究》
编辑委员会

主 编：左 大 康

编 委：（按姓氏笔划顺序）

王 平	王景华	邓静中	刘昌明
许越先	李克让	沈建柱	赵名茶
凌美华	高善明	龚国元	黄荣金

00477

《华北平原农业自然条件与区域开发研究》

序

华北平原是我国大平原之一,也是我国政治、经济和文化的中心区域。它由黄河、淮河和海河交互冲积而成。其范围大致界于北纬 32° 至 $40^{\circ}30'$ 和东经 113° 至东部海岸线之间,总面积约35万多平方公里。

华北平原境内交通便利、工业发达,是我国石油、化工和钢铁生产的重要基地。平原内拥有百万人口以上的特大城市8个,50—100万人口的大城市10个,此外还有大批中小城镇。其中包括对外开放的港口城市秦皇岛、天津、烟台、青岛和连云港等,有利于本区的外引内联。华北平原也是我国重要的农业区。粮食和棉花产量分别占全国总产量的18%和58%,大豆、花生和烤烟产量约各占全国总产量的1/4。所以,华北平原的农业状况和发展速度,对全国农业的发展有着重要的影响。

本区人口在不断增长。这一方面推动着农业的迅速发展,另一方面也给解决人民生活必需的粮食和其它农产品问题带来了巨大的压力。根据华北平原316个县的统计,1964年的人口为1.28亿,到1982年,人口增加到1.8亿。相隔18年,人口增加了40%。1957年耕地为3.45亿亩,1983年只剩下2.74亿亩。相隔26年,耕地减少了20%。今后人口还将进一步增加,经济建设和城市化规模还将进一步扩大,耕地面积还将进一步缩小,人多地少的矛盾将更加突出。为了保证国民经济建设的顺利进行,为满足人民生活对粮食和其它农产品的需要,必需节制人口增长,珍惜每一寸土地,充分发挥土地生产潜力,以获取更多的农业产量。

华北平原的垦殖程度已经很高,耕地占土地总面积的比例已高达51.8%。虽然部分滨海地区和内陆地区仍有少量盐碱荒地和沙荒地可供开垦利用,但由于水源条件的限制,有些荒地的开垦难度较大。今后解决农业问题的关键,在于改造和调控不利于农业生产的自然条件,协调栽培植物和自然环境之间的关系。例如,引进不同品种的栽培植物,以适应当地的环境条件。反过来,这些引种植物又可改善区域环境状态,使其适宜于栽培植物的生长发育。

影响农业生产的环境因素很多,不同栽培植物所要求的环境因素也各不相同。然而光能、温度、水分和土壤养分是植物生长发育最重要的因素,是缺一不可和不能相互替代的因素。对这些环境因素的评价是农业自然条件评价的重点,当然也是本系列专著评价的重点。本系列专著既分别评价了各项自然条件对农业生产的影响,也研究了各种自然条件在地域上的不同组合及其对农业的综合影响,同时还探讨了不同地区改变环境条件和充分发挥农业自然生产潜力的途径。

华北平原光照充足,热量资源丰富,喜凉作物和喜温作物均可种植。在水源充足的条件下,多数地方可采取麦茬套种或麦后复播,以充分利用光热资源,实现一年两熟。而限制本区农业生产潜力发挥的主要因素则是水与肥,它们阻碍着本区作物产量的提高。

在季风气候影响下,华北平原的降水主要集中在夏季,6—8月的降水量占年降水总量的50—75%,且常以暴雨形式下降。降水的地区分布也不均,并且年际变化大。本区低洼易涝地多,计有淮北低平原、黄泛平原、冀鲁豫低平原和滨海平原等,易涝地占耕地的60—70%以上,因此常常发生涝灾。春季降水少,多大风,气温回升快,相对湿度小,土壤水分蒸发旺盛,大部分地区常常十年九旱。而这期间正是小麦返青、拔节、抽穗、灌浆和乳熟时期,需水量占其整个生育期总需水量的60—70%,故需要进行灌溉,若水分亏缺,将严重影响产量。春季也是春播作物的播种时期,春季降水不足常常延迟了棉花、春玉米和春谷子的播种期,因而也影响了产量。平原的大部分地区,尤其是黄河以北地区,自然降水量不能满足作物一年两熟的需要,有些年份也不能满足作物两年三熟的需要。今后随着工矿业和城镇的发展、人民生活水平的提高,工矿业用水和城市用水势必增多,致使农业用水被迫进一步减少。

上述情况表明,水是华北平原农业自然资源中最重要的一個要素,它制约着本区域内农业自然生产潜力的充分发挥。从当前和长远来看,必须发展节水型农业,改进灌溉技术和耕作技术,调整农业结构与布局,保持好土壤水分,以最少的水分消耗获取较高的产量。这是本区发挥农业生产潜力行之有效的办法。

水也是华北平原区域环境中最活跃的因素。平原上各种地貌类型的塑造,水是重要的外营力。地表固体物质和化学物质的迁移、土壤中盐分的运动,水是最重要的载体。平原上微地貌变化所引起的盐分聚积的局部变异,是水分在微地貌起伏条件下重新分配的表现。

以上事实说明,华北平原区域环境中许多现象的发生、形成和演变,都与水的运动有着密切的联系。砂礓黑土和盐碱地等低产土壤的改良,关键也在于改善水的运动状况。有鉴于水在华北平原区域环境中的重要作用,本系列专著围绕着水分条件和水运动状况,在不同的专题中进行了讨论。

左大康

1988年5月

前 言

华北平原为我国东部最大的平原,广阔平坦的土地,纵横交错的河网水系,发达的道路交通,逐步走上现代化的农业生产,都为平原的经济发展创造了优越的条件。

人类在发展生产的时候,总是以自己的力量与自然界打交道,为自己的生存与发展创造条件。人类在改造自然界为其服务的时候,总是希望自然界能更多的提供优良条件。然而自然界给予人们的并非一切按人们的理想。自然界的各种灾害,如旱、涝、盐碱、风沙等,在华北平原就成为人类生产的障碍。长期以来,华北平原受这些灾害的影响,农业生产一直受到威胁。气候适宜,土层深厚的农业生产条件,却不能为人类提供更多的农业产品。

华北平原的各种自然灾害引起中国科技界的重视。30多年以来,中国的农学家、水利学家、林业学家、土壤学家等,都投身于改造华北平原自然灾害的科学研究的行列中来。30多年持续的努力奋斗,中国的科技界为改造大平原贡献了自己的才智与力量,并使平原的面貌和农业生产发生了根本性的改变。

作者及其同事们从60年代初期,就致力于华北平原的盐碱地改造。开始了“华北平原盐分平衡的研究”,它以盐碱地改良为目的,以土壤、地下水、地表水中的盐分运动为对象,进行长期的综合性观测与研究。可惜的是,这一切都为人所共知的原因所打断,研究成果付之东流。

“六五”期间,国家又将黄淮海平原综合治理与开发列为重点攻关课题。作者在地理研究所所长左大康教授和水文地理研究室主任刘昌明教授的支持下,重新参加黄淮海平原研究课题,承担黄淮海平原及南水北调的水资源与水质污染方面的研究。并在这项研究中取得了大量资料。

由于力量所限,作者研究黄淮海平原的问题,主要集中于黄淮海北部大平原,也就是我们常指的华北大平原。我们的研究范围在徐州—郑州以北的部分,包括鲁西南的南四湖流域、豫北平原、鲁北平原、河北平原、天津海河下游平原以及黄河三角洲等地方。作者在完成水资源与水质污染研究的同时,也进行了华北平原景观地球化学的研究。集60年代盐分迁移与盐分平衡研究的经验以及多年来对华北平原化学元素表生迁移与累积特征的认识,在领导与同志们的支持下,作者决心完成这项研究课题。

化学地理做为自然地理学的一支新学科,50年代就由黄秉维教授提出。在后来的不断发展过程中,其研究内容和研究范围不断得到完善与充实。从化学元素在地表发生、循环和去向的角度来研究平原的表生地球化学迁移过程,无疑,这是一件有意义的研究内容。同时它可以服务于改造华北平原的盐碱地与华北平原的农业生产活动。

作者对华北平原化学元素表生地球化学迁移过程的认识与了解,还是起源于汪安球、谭见安、章申等同志的景观地球化学思想,在他们的思想影响下,作者才能在短时间内,完成这一研究课题。

华北平原位于我国暖温带湿润与半湿润地区。气候与生物条件都有利于化学元素的表生迁移过程。同时,华北平原周围山地以及远离华北平原的黄土高原,都与平原有着千

丝万缕、不可分割的地球化学联系。黄河与海河各水系就是它们之间联系的纽带。

本书针对上述化学元素的表生地球化学迁移特点,在吸取世界景观地球化学研究的有益观点的基础上,结合我国华北平原的具体情况,对平原化学元素的表生迁移过程进行了探讨。在本书的第一、二、三章中,除了对华北平原形成的自然条件和古环境条件进行阐述以外,还对化学元素在平原的屏蔽作用,以及各种地形条件下化学元素的含量水平与分布特征进行了阐述。第四章对华北平原土壤中的化学元素的表生迁移过程进行研究。第五、六章阐述华北平原主要农作物,经济作物和天然植物的化学元素及其累积的特征。在野外我们采集了100平方米样方内的全部植物。但毕竟暖温带植物种类复杂,难以全面包括。通过这些研究,使我们了解一些化学元素表生迁移过程的某些规律。第七章集中阐述华北平原土壤中的肥力状况以及营养元素的分布特点,特别对华北平原农业施肥与管理进行阐述。第八章阐述华北平原土壤中铀、钍及稀土元素的表生迁移过程。

本书所提供的成果属于集体劳动的结晶。大部分土壤与植物的化学分析都是由作者及在许多同志帮助下完成的。中子活化分析是由中国科学院高能物理研究所钱琴芳、杨绍晋完成。本书成稿后经北京大学地理系王恩涌教授、北京师范大学环境研究所王华东教授审阅并提出宝贵修改意见。作者对此深表谢意。错误在所难免,敬请批评指正。

作 者

1988年5月

《华北平原农业自然条件与区域开发研究》

分册目录

- 华北平原农业生产潜力及人口承载力
..... 赵名茶 孙惠南等著
- 华北平原化学元素的表生迁移..... 王景华 饶莉丽著
- 华北平原土地类型及其质量评价
..... 黄荣金 杨柳林 吕 杰等著
- 华北平原农业水文及水资源..... 刘昌明 魏忠义等著
- 华北平原地貌及其农业评价
..... 龚国元 濮静娟 许炯心著
- 黄河三角洲形成与沉积环境
..... 高善明 李元芳 安凤桐等著
- 华北平原旱涝气候..... 李克让 徐淑英 郭其蕴等著
- 华北平原农业自然条件与区域环境
..... 左大康 许越先 戴 旭著

目 录

序.....	(iii)
前言.....	(V)
第一章 华北平原的形成与元素的累积.....	(1)
第一节 华北平原景观地球化学的演化.....	(1)
第二节 化学元素在古环境中的沉积过程.....	(6)
第三节 复杂的山地地质背景.....	(19)
第二章 华北平原化学元素的屏蔽作用.....	(23)
第一节 关于化学元素的屏蔽作用.....	(23)
第二节 华北平原屏蔽作用带的形成及其主要类型.....	(24)
第三节 华北平原元素屏蔽带的地球化学特点.....	(36)
第四节 元素屏蔽作用的标志.....	(41)
第三章 华北平原的地形与元素的累积.....	(49)
第一节 地形对元素表生迁移的控制作用.....	(49)
第二节 河流冲积洪积扇与河流决口扇形地元素的分布.....	(54)
第三节 岗、坡、洼地元素的分布.....	(58)
第四节 滨海平原与湖淀的化学元素分布.....	(62)
第四章 华北平原土壤的主要类型和化学元素的累积特点.....	(69)
第一节 土壤的主要类型.....	(70)
第二节 土壤中全量化学元素累积的特点.....	(83)
第三节 土壤中主要微量元素的累积特点.....	(88)
第五章 华北平原天然植物及栽培植物化学元素的含量水平.....	(103)
第一节 主要植被类型和分区.....	(103)
第二节 样品采集与分析方法.....	(106)
第三节 主要粮食作物中化学元素的含量水平.....	(107)
第四节 主要经济作物中化学元素的含量水平.....	(110)
第五节 山地植物中化学元素的含量水平.....	(114)
第六章 华北平原植物有机体化学元素的累积特征.....	(125)
第一节 植物有机体在自然景观进化中的作用.....	(125)
第二节 华北平原不同植被类型中化学元素的含量.....	(129)
第三节 植物有机体中二氧化硅、铝和钛的含量.....	(133)
第七章 华北平原化学元素与农业生产关系分析.....	(146)
第一节 土壤的营养元素与营养型.....	(146)
第二节 从化学元素角度分析农业生产问题.....	(158)
第八章 华北平原土壤中的铀、钍元素和稀土元素.....	(163)
第一节 铀、钍元素的后生过程及其累积特点.....	(163)
第二节 土壤中的稀土元素表生地球化学研究.....	(175)

第一章 华北平原的形成与元素的累积

第一节 华北平原景观地球化学的演化

华北平原的形成从第三纪以前就开始了,距今大约已有7000多万年的历史。从第三纪晚期到第四纪是平原形成的主要时期。并且至今,仍然继续着它的形成过程。人类活动的加剧,不断地改变着自然界的面貌。整个大平原在自然因素与人为因素的双重作用下,环境的演化与发展更为迅速。特别在最近四五百年以来,平原的演化发展受到人为活动的严重影响,使平原的河湖水系、土壤组成、地面物质成分以及地形的起伏都发生变化。在平原的不同发展时期中,由于各种因素的相互作用和相互影响,为大平原的景观地球化学的演化、化学元素的积累与分散提供了各种不同的条件。

一、地质条件

黄淮海北部的华北大平原是华北地台的一部分。华北地台是我国最古老的岩石圈断块,地台区内较大的断裂带将地台分割成为六个部分,即胶辽断块、内蒙古断块、鄂尔多斯断块、太行断块、冀鲁断块和豫淮断块等。后两个断块就是黄淮海平原的范围。这些断裂带在中生代燕山运动的影响下,产生了新的发展过程,导致一些断块的隆起和上升,另一些断块的逐渐下降。其中下降比较激烈的冀鲁断块,就是现今的黄淮海北部的华北平原,也就是本书要论述的范围。在第三纪末、第四纪初发生的差异性断块活动,使太行山和燕山总体上升,成为海拔1000—2000米的山地;华北平原则是相对沉降区。冀鲁断块的下降成为一个强烈拗陷的构造盆地,太行断块的抬升,为这个拗陷的盆地提供了沉积的物质来源。河流把山地侵蚀物质源源不断地向平原输送,将原来起伏不平的基岩全部掩盖,终于演变为堆积平原。并为以后的大规模沉积过程奠定了基础。

华北平原的形成有它自己发生与发展的历史过程。决定平原能够形成的先决条件是构造运动。差异性构造运动,一方面是华北沉降带的不断下降,另一方面是西部山地的不断隆起。通过外营力的剥蚀、搬运和沉积作用,使来自山地的物质和风化过程中释放出来的化学元素在平原进行广泛的堆积。

中生代以来,华北平原主要在新华夏构造体系的控制之下,形成了一系列呈北北东向展开的多字型构造。它不仅制约了该区的沉积建造、岩浆活动和成矿作用,构成了冀中、黄骅等大型的拗陷区和沧州、埕宁隆起区,而且一直左右着该区晚近时期的地势轮廓。见图1.1。

新生代期间,在欧亚、太平洋、印度三大板块的相互作用下,发生了强烈的差异性升降运动。全国出现了大规模的高低分异。华北平原仍以震荡式下降运动为主。使平原内部的差异性运动加剧,致使拗陷区第三纪沉积物厚度达几千米。第四纪期间,新构造运动仍

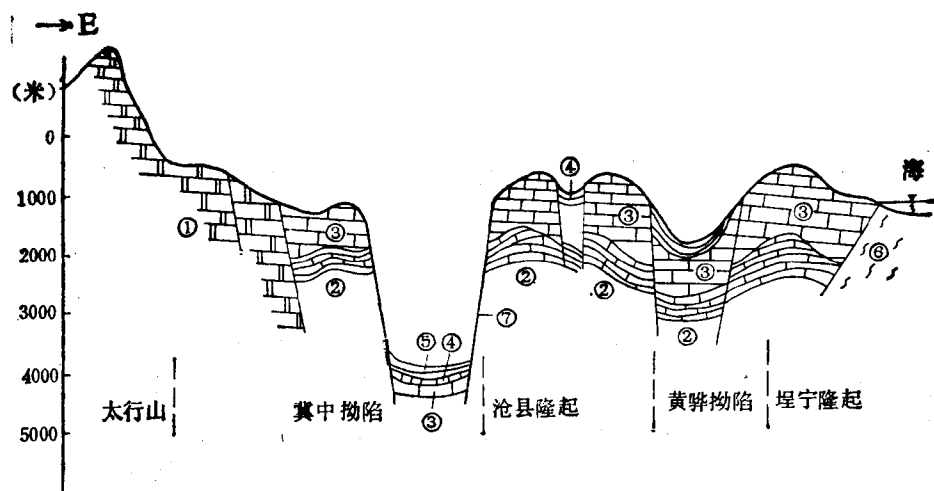


图 1.1 华北平原构造基底形态示意图(引自吴兴礼等,河北平原的形成,1978)

①震旦系砂质白云岩; ②寒武系页岩灰岩; ③奥陶系灰岩; ④石炭二叠系砂页岩; ⑤侏罗白垩系砂砾岩;
⑥前震旦系变质岩; ⑦新华夏系断裂

十分活跃。自太行山和燕山被径流冲下来的洪积冲积物,覆盖在第三纪的地层上,形成冲积扇和冲积平原。华北平原因第三纪以来基底不断下降,河流中大量泥沙不断沉积,使湖海逐渐被填充。但基底的下降和河流的沉积并不是始终保持均衡,有时也会发生短期海侵。

据陈望和等研究认为(1985年),华北平原晚更新世以来发生过三次海侵。白洋淀海侵(地下第Ⅲ海侵层)发生在7—11万年以前,埋藏于地表下50—80米;献县海侵(地下第Ⅱ海侵层)的时间,根据古地磁及 ^{14}C 年龄资料的推算,约在2—4万年间,海相层埋藏地表下30—50米之间;黄骅海侵(地下第Ⅰ海侵层)的时期,根据 ^{14}C 年龄的测定,为4000—9000年左右,海相层埋藏于地下3—20米之间,由东向西呈楔形分布。根据微体化石群的分布特征,李元芳等(1982年)研究了滦河三角洲地区第四纪海相层,说明在第四纪地层中存在着四个海相地层,自下而上,分别称为第一、二、三、四海相地层。

第四纪以来,平原区在地质背景上,稳定地继承了原构造之特点,仍处于以连续下降为主的阶段。但各地下降幅度不同,并伴随有局部的、短暂的相对上升。在平原区内形成以拗陷区和隆起区为格局的构造单元,在堆积物的厚度、沉积环境等方面都反映出下降幅度的差异性。一般拗陷区堆积厚度为500—600米以上,隆起区为350—450米,厚度相差100—150米以上(陈望和等,1985年)。

由垂直升降运动引起的断裂活动,仍是华北平原构造运动的主要类型。沿断裂带发生了多期火山喷发和地震活动。沧州地区有四期火山喷发,第二期规模较大。由于火山喷发物的加入,改变着沉积物的岩性和岩相,也给地表化学元素的组成带来变化。

综上所述,华北平原自中生代以来,以垂直沉降运动为主,大型断裂带不仅控制了本区的基底构造,而且制约着新生代以来的沉积建造、火山活动以及华北平原形成的地理边界和沉积规模。自第四纪以来,具有从早期下降幅度大,构造变形,断裂活动、火山活动较为强烈,而到晚期至全新世逐渐变弱的趋势。这和我国许多地区第四纪时期的构造运动是相一致的。由地质活动所提供的条件,促使华北平原在长期的历史进程中完成了它的

沉积建造。

二、气候的变迁

伴随着强烈的构造运动,华北平原的气候环境也相应发生很大变化。气候的冷暖变更,降水量的丰枯改变以及植物种类的变化,都会影响华北平原的形成过程。第四纪以来古气候的几次冰期、间冰期的出现,引起了海平面波动,形成海侵与海退。在这一系列的变化中,为华北平原的形成、化学元素的淋溶、迁移和堆积提供了各种各样的条件。

根据岩性及孢粉分析所反映的气候特点¹⁾,在第三纪时,华北平原温暖、湿热,雨量丰富。在雨水淋溶作用下,土层中易溶性元素Ca, Mg, Na, K等元素已经被淋出土体之外,而Fe, Mn等元素残留下来,使沉积物变为红色。当时的地表植被从第三纪孢粉组合来看,有裸子植物,以松科为主,包括松、雪松、罗汉松等针叶树种。此外还有榆、山核桃、桦、栎、千金榆等落叶阔叶植物,并且还出现了亚热带和热带常绿植物花粉,如桃金娘科、山矾科、无患子科、木兰科以及山核桃、枫香科等。这种掺杂大量亚热带成分与暖温带成分的孢粉谱,可推知当时植被的面貌为含有常绿树种的针阔叶混交林。它所代表的气候环境与今日我国亚热带长江流域以南气候相似。气候虽然温和,但有明显的夏与冬之分,冬季较短,夏季多雨。

晚第三纪,由于喜马拉雅山运动,引起下垫面变化,使气候发生改变。东部季风环流系统初步形成,东部与西部的气候干燥度有了明显分异。气候出现季节性变化。降水集中于夏季,冬季干冷,年均气温有下降趋势。孢粉组合中亚热带类型的科属大大减少,松和草本植物数量增加。植物群落以落叶阔叶的榆、桦、榛、鹅耳枥、栎为主。开花早,花期短,依靠种子渡过不利于植物生存季节的草本植物,开始出现在林中空地。植物群落属暖温带落叶阔叶和针叶混交林。气候较早第三纪变凉,但仍比较温暖。

华北平原进入第四纪,气候变化的最大特点就是多旋回性。从植物群落面貌反映了更新世时期的气候有过四次冰期,三次间冰期的冷、暖交替变化(陈望和,1985)。这些变化对华北平原景观地球化学的形成有较大的影响。

随着冰期与间冰期的更迭,温度与降水均发生周期性循环。冰期时期,由于大陆冰川的发育和永冻土带的扩大,固体降水相对减少,气候寒冷,冬长夏短,只能生长一些耐寒的针叶树种,如云杉和冷杉大量出现,成为冰期到来的标志。第一冰期,根据沧州钻孔分析资料,深443.1米处,孢粉组合含62%针叶树种,云杉、冷杉达29%,但仍有26%的榆树孢粉。说明气候虽已寒冷,然而并未达到苔原气候。大体与我国冷温带南缘的针叶林与落叶阔叶林交界部位相当。第二、三冰期,仍以冷杉与云杉占有优势,气候寒冷。第四冰期是暗针叶林-苔原气候,云杉达65%。这种低温的存在,土壤于某种深度之下可能出现冻结状态。冰期时期,景观的化学风化作用减弱,景观面貌完全不同于非冰期,整个自然景观的地球化学过程都要减慢下来。

从植物群落孢粉分析结果来看,还可以划出三个间冰期。它们大多数为森林-草原或草原孢粉谱。草本植物达65%,木本植物中松占71%,属于含松林的干旱草原气候。降雨

1) 地质科学院水文地质工程地质研究所编,河北平原沧州地区第四系,1975年。

减少,气候向干旱方向发展。草原逐渐占据主要地位。间冰期的气候以温带气候为特点,与第三纪湿热气候比较,气温大大下降。三个间冰期相互比较,又可以看出气候向干旱方向进一步发展的趋势。因而构成了更新世每经过一次气候的波动,气候都要向干旱方向发展。自然景观都要变为更干旱一些,并在第三间冰期,使自然景观达到最干旱时期。

由于冰期、间冰期气候的冷暖交替出现,使自然景观的风化作用也发生了相应的周期性的改变。从不同深度地层的各类氧化物分析结果中看到,高价铁与低价铁的比值($\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$)随深度的加深而递增。硅铁铝率 $[\text{SiO}_2/(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3)]$ 随深度的加深而递减。氧化钙的含量在中更新世和早更新世自然景观中较少,而至晚更新世含量增加。这与该时期景观,地层以黄色为主,富含钙质,并见有石膏、芒硝沉积,反映了自然景观干旱与半干旱气候的特征。

从孢粉、氧化物等资料中可以分析出,更新世时期华北平原的自然景观曾出现过多次的冷暖气候交替,并具有早、中期以较湿润为主,晚期以较干旱为主的景观特色。

晚更新世最后一次冰期结束,华北平原进入全新世。这时期的气候是以气温普遍回升为特点。依据 ^{14}C 年龄测定与孢粉组合分析,可划分为三个气候发展阶段(陈望和,1985)。早期(杨家寺期),距今7500—10000年左右,孢粉组合为松属占优势的针阔叶混交的稀树草原,具温凉而潮湿的景观气候特点;中期(高湾期),依据地层和沉积速率推测,距今2500—7500年,孢粉组合为栎属占优势的阔叶林草原景观,气候温暖湿润,是全新世最温暖的时期,晚期(歧口期),年龄从2500年前至今,孢粉组合为森林草原景观,与现代气候相近。根据黄河中游全新世黄土堆积过程以及环境变化(刘东生,1985),北京地区全新世地层(陈方吉,1979),辽宁南部全新世地层(陈承惠,1977)的划分,我国北方全新世气候变化过程和各气候期的界线年龄有比较相似的结果。见表1.1。

表 1.1 中国北方全新世气候地层对比*

年龄(年)	北京地区 (陈方吉, 1979)	辽宁南部 (陈承惠等, 1977)	黄河中游 (郑洪汉)	河北平原 (陈望和, 1985)
(距今)		庄河后期		歧口期
1000	刘斌屯期		— — — — —	歧口期
2000			?	
3000			西峰期	
4000	尹各庄期	大孤山后期	陇西期	高湾期
5000				
6000				
7000	尹家河期	大孤山前期	洛川期	杨家寺期
8000				
9000	长沟期	普兰店期		
10000				

* 引自刘东生《黄土与环境》,科学出版社,1985年。

三、沉 积 的 特 点

华北平原自第三纪以来,一直处于长期下沉的地区,沉积了厚达数千米的新生代地层。沉积物种类多种多样,冲积、洪积、湖沼以及海相沉积、火山喷发等,复杂的沉积物类型

反映出新生代以来华北平原古地理环境演变的过程。

华北平原辽阔平展,自始新世开始接受新生代沉积,早期以湖沼相沉积为主,但是由于基底构造的差异,在隆起区仍然受到剥蚀作用,构造下沉区以深湖相的暗红色砂泥岩和暗色有机岩为代表。早第三纪由于气候炎热潮湿,生物繁盛,大量生物遗体沉积在湖泊中,并在深湖相的还原条件下形成有机岩,在后期的 高温高压作用下形成良好的生油层,沉积物的颜色以深灰色和灰黑色岩系为主,沉积物厚度可达3000米,越接近沉积中心,越趋向还原环境,有利于有机质向石油转化。至早第三纪晚期,湖盆上升,湖水变浅,形成了浅湖相及湖滨相沉积景观。

上第三系在华北平原广泛分布,上部以棕黄、灰绿和浅棕红色的沙质沉积和泥质沉积为主,下部为棕红色的砂质沉积物。以浅湖相沉积为主,氧化作用较强,形成一套棕黄—棕红色的砂泥质沉积,局部地段有石膏出现,表明湖水有咸化现象。

华北平原第四纪沉积物广布全区,厚度350—650米不等,有些地方较薄,只有100米左右,第四纪沉积物厚度主要决定于基底构造,拗陷区沉积厚度大,隆起区沉积厚度小。华北平原第四纪地层的分布无论在空间上或时间上都具有一定的分布规律和明显的沉积特征。从山前到滨海,沉积物由粗到细。在山前地带以洪积、冲积物为主,沉积物颗粒较粗,多为砂砾石组成;平原中部则以冲积、湖积为主,沉积物为砂、砂质粘土和粘土;到滨海平原则属冲积、三角洲沉积和海相沉积,以细粒沉积为主,包括粘土、淤泥以及粉细砂沉积物。在空间上的分布规律和沉积特征,随着时间的发展而变化。在第四纪的整个过程中,沉积的最大特点就是具有多旋回性。由于构造运动的上升与下降,气候的冷暖变化、海侵与海退、剥蚀与堆积等各种因素的交替变化,使沉积物颜色、颗粒粗细出现了周期性的循环,但是各个不同的沉积阶段,又具有其特定的景观地球化学特征。

平原地区第四纪地层的划分,主要依据沉积物的岩性、岩相和沉积韵律的变化以及孢粉、微体化石等作为分层的标志。随着年代学的发展为平原地区第四系分层和断代提供了更为可靠的依据(曹家欣,1983)。

根据上述原则,以河北平原为例,其第四系自下而上可分为下列四组:

(1) 下更新统(Q_1),以棕红色、紫色、灰绿色、黄棕色粘土和砂质粘土和砂砾石互层为特征,砂砾石层风化严重,一般为两个沉积旋回,地层呈半固结状态,沉积物含钙量低,有铁锰染色现象以及铁质锈斑。属河湖相沉积,沉积物厚度在隆起区为80—130米,在拗陷区达180—220米。

(2) 中更新统(Q_2),为棕黄、黄棕和棕红色、夹有灰绿色,以砂质粘土、粘质砂土及砂层为主,含有铁锰结核、钙质结核,砂层中长石风化较强烈,一般亦有两个沉积旋回,以河湖相沉积为主,沉积物厚度在隆起区为60—70米,拗陷区100—120米。

(3) 上更新统(Q_3),以棕黄色、灰黄色的粘质砂土和砂质粘土为主,含有大量钙结核及淀积层,沉积物厚度在90—180米左右,平原地区以河湖相沉积为主,到东部沿海则出现三角洲相和海相沉积物。

(4) 全新统(Q_4),主要为灰黄色和灰色粘质砂土,砂质粘土及砂层,在平原中部和东部低洼地区,沉积物中普遍夹有一层灰黑色的淤泥和泥炭层,主要为湖沼相沉积。平原东部海相和海陆过渡相沉积分布较广,可达运河以东的广大平原地区,沉积物厚度15—30米。

综上所述,进入新生代以来,华北平原的强烈下沉,使之沉积了数千米的沉积物,下第三系以红色和暗红色深湖相沉积物为主,上第三系则以棕黄、棕红以及灰绿色的浅湖相沉积占优势。经过第三纪的沉积,华北平原的雏形已经形成。在第四纪的各个时期,沉积了一套河湖相为主的沉积物。第四纪早期,广大平原上广泛分布有淡水湖泊和河流,到第四纪中期湖泊逐渐收缩,河流发育。第四纪晚期,湖泊逐渐消亡,冲积、洪积相则比较发育,海相沉积物增加,并出现泥炭和沼泽相沉积。

华北平原在长期沉积过程中经历了不同的地质时期,每一个时期给华北平原的形成带来不同的结果,更新世的早中期湿润的气候条件,有利于易移动元素的迁移,如Ca,Mg,K,Na等元素随流水进入湖泊,归入海洋。至更新世晚期,气候逐渐干旱,沉积物中Ca,Mg等元素残留下来,形成广泛分布的钙结核,还可出现石膏和芒硝。气候在不同时期的冷暖变化,为华北平原形成中的地球化学演变提供了基础,除了Ca,Mg等元素的变化外,其他微量元素的变化也表现出第四纪不同时期的气候演变和沉积物类型的特征。东部平原的海侵与海退更是在第四纪沉积物的基础上增添了新的内容,不仅把海洋的化学元素带到了陆地,同时又把陆地的化学元素带到海洋,加速了陆地与海洋的元素迁移过程。见图1.2。

华北平原化学元素的地球化学演化过程,就是在平原第三纪以来的广泛沉积的地质背景下实现的。进入第四纪以后,华北平原一方面在不断接受沉积,另一方面外营力的作用又不断的改变和塑造着地表的面貌。在这一过程中,又使地表的化学元素得到重新的再分配。

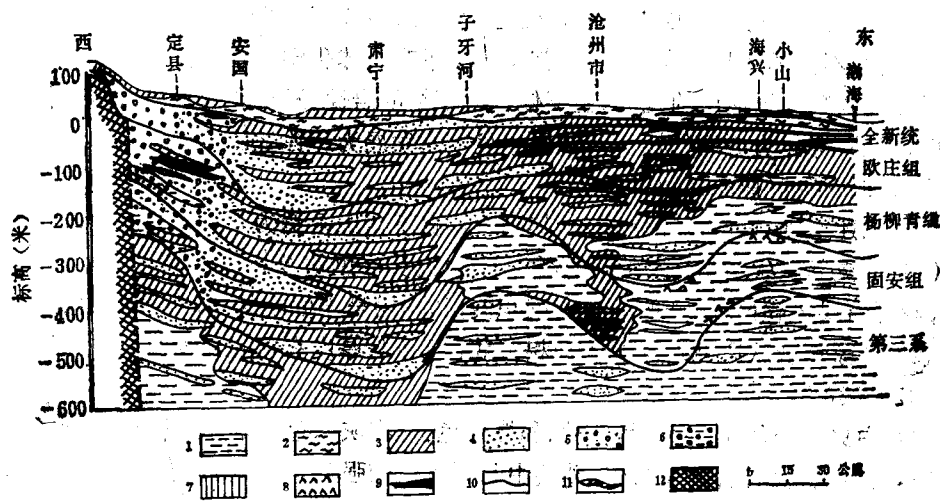


图 1.2 定县—海兴第四纪地质剖面略图(引自陈望和,1985)

- 1.粘土层; 2.淤泥层; 3.亚粘土、亚砂土夹薄层粘土; 4.砂层; 5.卵石、砾石层; 6.冰碛层; 7.黄土;
8.火山岩及火山碎屑岩; 9.海侵层; 10.地层组分界线; 11.岩性界线; 12.第三系前岩层

第二节 化学元素在古环境中的沉积过程

华北平原长期处于下沉地带,堆积了巨厚的沉积物,华北平原的形成过程实际上反映

了从第三纪以来平原古地理环境的演变过程,并非像大平原表面那样简单,而是经历了多次沧海桑田的变化,风化剥蚀的强弱使大平原上不同时期堆积下来的沉积物在化学组成上有许多差异。根据地球化学特征的分析对比,配合其他的研究方法如孢粉分析、粒度分析以及重矿物分析等,并结合古地磁和¹⁴C测年龄方法,可以比较准确的确定沉积物的年代以及当时的沉积环境特征,恢复平原的古地貌。

华北平原地形平坦单调,地表无露头,过去只能在地表进行工作,要想了解平原深处的秘密确实无从入手,随着石油钻探和水文地质勘探的进展,已经揭示了埋藏在平原深处第四纪的真实面貌,为研究华北平原形成过程中化学元素的演化和特点,提供了条件。我们在天津附近、黄河下游及三角洲地区收集了钻孔岩心样品,这些样品经处理后用Wy-2原子吸收分析了Fe,Mn,Cu,Zn,Ni,Ca,Mg等元素。分析这些元素的目的是因为这些元素在环境的变迁中比较易于富集或分散,可以从元素的累积与失散来研究第四纪以来沉积物的化学组成以及古气候的冷暖变化。

一、天津平原钻孔沉积物的地球化学特征

天津平原系指天津附近海河、蓟运河、潮白河下游冲积平原。平原的东部和南部为渤海湾,西部与永定河、潮白河冲积洪积扇接壤,北部为晚更新世晚期燕山山前冲积洪积扇及古滦河冲积洪积倾斜平原。海河、永定河、潮白河和蓟运河等河流在此入海。天津平原的东北部,在宝坻、玉田县以南有大片洼地分布,包括七里海、里自沽洼、大黄铺洼、黄庄洼等,形成低洼的滨海平原。

天津平原的沉积物是由海河、永定河、潮白河、蓟运河等水系携带而来,物质来源十分广泛而丰富,自第四纪以来,沉积了巨厚的沉积物。由于天津平原处于各河下游地段,沉积物颗粒较细,以粉细砂和砂质粘土为主。我们共分析了9个钻孔的岩芯样品,表1.2中仅列出了位于军粮城的钻孔(P₁₀孔)岩芯的分析结果,其他钻孔位置见图1.3。

某些元素在地层沉积物中的含量变化,可在一定程度上反映沉积物形成时期的自然地理条件和古气候特点。众所周知,铁、锰是相对比较稳定的元素,只有在温暖潮湿的条件下被风化出来,并残留在沉积物中,而钙、镁则是有相反的结果,在风化过程中容易被淋失,随水向更远的地方迁移。

从天津平原钻孔岩芯的化学分析结果看到,Fe,Ca在剖面中的变化规律。把不同深度沉积地层的分析结果进行平均,求得该钻孔元素的地质背景值,即:

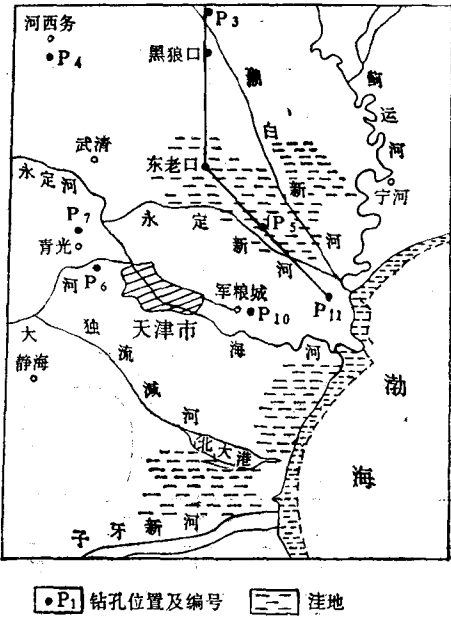


图 1.3 天津平原钻孔位置图