

試論冀东灤河以西沿海一帶鹽鹼地的^{〔1〕}的形成及對改良鹽鹼地的初步意見

施 普 德

前 言

冀东灤河以西沿海一帶，約有七千余平方公里的鹽鹼地。解放前，這一片廣闊瘠薄的土地是荒無人烟的不毛之地，几乎被人們所遺棄。

新中国成立后，在党的英明领导下，由于我国农业迅速发展，改良鹽鹼地的工作，也如雨后春笋蓬勃的兴起。

目前，冀东地区，改良鹽鹼地的工作，也已大规模展开，国营柏各庄农场正在这里从事改良鹽鹼地的試驗工作，这是良好的开端。

鑑于前人工作中，对鹽鹼地的形成，一般多是从土壤学观点加以研究的，作者仅根据1957年在冀东地区进行綜合性水文地质普查工作中，片断观察的心得，试图从水文地质观点，对鹽鹼地形成的原因和条件，提出粗淺的認識，愿和同志们共同研究并供从事該項工作的同志们参考，由于理論水平和实际經驗所限，对問題的認識是很粗淺的，甚至可能产生錯誤。希望同志们批評指正。

第一部分 盐碱地形成的原因和条件

§1. 鹽鹼地形成的主要条件

一、地质及水文地质条件

冀东灤河以西沿海一帶，新构造运动表现为剧烈下降地区的特征：

1. 厚达 850 公尺以上的第四纪沉积，并见有三层含海相化石层〔2〕，足以说明；自第四纪以来，地壳不断下降的结果，并引起三次以上的海侵。

2. 据前人资料证实 2000 年前，渤海深约 25 公尺，但至今渤海深度几乎无变化，海岸线几乎无变迁。说明地壳不断缓慢下降的结果，也就是下降速度与沉积速度近于均衡，否则渤海早已被本区含砂量较大河流的砂石填满，海岸线外迁。

3. 注入天津海湾的河床在水下延續达 7 公里，也表明了渤海西部地区地壳的下降和由于海侵而引起的結果〔3〕。

4. 濱海地带的海相沉积层〔4〕以及 100 公尺以上的地下水均为高矿化的氯化物水〔5〕，特别是浅层的地下水为鹽水，矿化度大于 50 克/升，显然与地壳下降和引起海水侵入有关。

新构造运动作用的结果，决定了沿海一带水文地质条件所影响鹽碱化作用的特征（见图 1）。

沿海一带地势平坦，陡河以西并分佈着大面积的积水窪地（常年和季节积水）。使地表逕流及地下逕流几乎处于停止状态。同时高矿化地下水埋藏深度一般又小于 2 公尺，包气带上层又为毛细力很强的亚砂土及粉砂，显然地下水水位达到或接近了“第一级临界深度”〔6〕。

因此，水文地质条件給土壤中鹽类迅速积累和保持鹽类蓄积量造成了有利的条件。它是形成鹽碱地的最基本内在因素。

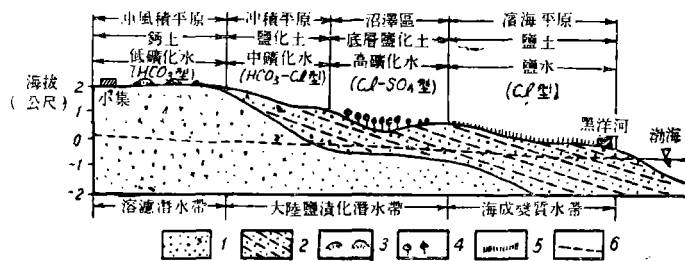


图 1. 水文地质剖面示意图
(施普德1958年)

1—砂；1—粘質砂土；3—風成砂；4—喜水植物
(主要如藺葦)；5—喜盐和耐盐植物；6—潛水位

二、气候条件：

冀东地区属于半干旱的大陆性气候区。由于近海，也多少受海洋气候的影响。

四季分明：夏季炎热多东南风；冬季寒冷多西北风，年平均温度 11~12°C 之間，区域年平均降水量为 500—700 公厘，集中于 7—8 兩月，3—11 月几乎无雨，蒸发量大于降水量的 1—2 倍。

干旱季节强烈的蒸发作用及季风的影响，促使土壤中鹽类迅速的积累，并处于“正”的均衡状态，即土壤中鹽类逐年的增加。所以气候条件是形成鹽碱地

的最重要的外界因素。

三、土壤中鹽类的来源相当充足〔7〕，对土壤中鹽类的迅速积累具有重大意义。

綜上所述，各种因素的相互影响和共同作用，給土壤中鹽类的迅速积累造成了最有利的条件。而形成了面积广大的鹽碱地。

§ 2. 形成鹽碱地的主要作用

形成鹽碱地的主要作用，根据土壤中鹽类的主要来源可划分为：

一、大陆鹽渍化作用：

高矿化地下水水位达到或接近了“第一級临界深度”，由于干旱季节强烈的蒸发作用，地下水不断的被大量蒸发，土壤中地下水的濃度也不断的增高，当达到和超过饱和极限时〔8〕，則大量鹽类堆积在土壤中，成为土壤中鹽类积累的最主要来源(见图 2)。

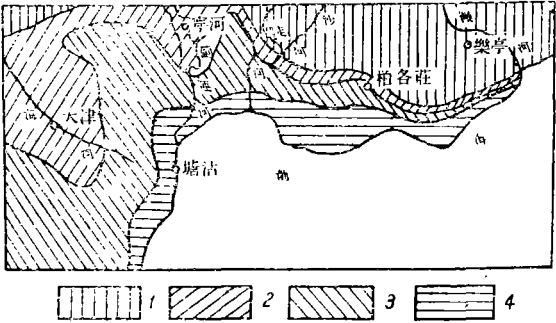


图 2. 潛水总矿化度图

- 1—弱矿化水(矿化度小于 3 克/升)；
- 2—中矿化水(矿化度3—10克/升)；
- 3—高矿化水(矿化度10—50 克/升)；
- 4—盐水(矿化度大于 50 克/升)

二、海水浸复作用：

濱海地带經常受到週期性的(海潮和定期性的海嘯〔9〕)海水浸复作用。

每升海水中含有約35克的溶解鹽类，海水的平均成分如下。

海水平均成分		
	克/升	%
NaCl	27.2	77.7
MgCl ₂	3.80	10.9
MgSO ₄	1.70	4.8
CaSO ₄	1.20	3.4
K ₂ SO ₄	0.90	2.6
CaCO ₃	0.10	0.3
NaBr	0.10	0.3

总 計 35 100

被海水浸透的土壤，当海退时，海水中的水份逐

渐蒸发掉，而鹽类則保留在土壤中。

应当指出：濱海地带 100 公尺以上的地下水在化学成分的形成过程中，海水起着主要的作用，在第四紀岩石的沉积过程中，曾发生过数次海侵，海水充满了沉积物。它是促使高矿化氯化物地下水形成的重要因素之一，促进了鹽碱地的形成。

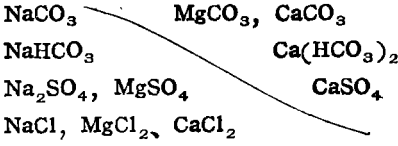
三、风运作用

沿海有很多“鹽場”，由于季风影响，大量鹽类随着被风卷起的水点而 成为尘粒，飞扬轉移，送往內陆，促使沿海地区地面的鹽渍化。

§ 3. 鹽碱地中鹽类聚积的量：

鹽碱地中含鹽量一般为 0.5—5 % ，最高可达 10% 以上。鹽类以 NaCl 为主，佔全鹽类的 1/3 以上，次为 NaSO₄。

常見的鹽类如下：



左下角为有毒鹽类〔10〕，而右上角为无毒鹽类。

§ 4. 鹽碱地的区划 (见图 3. 4) 。

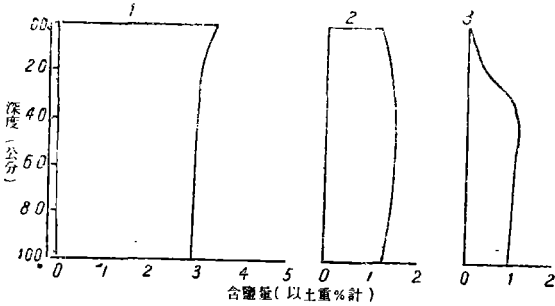


图 3. 各种不同盐渍土中盐类含量随深度的分布

- 1—氯化物盐土； 2—硫酸盐氯化物盐土；
- 3—底层盐化土

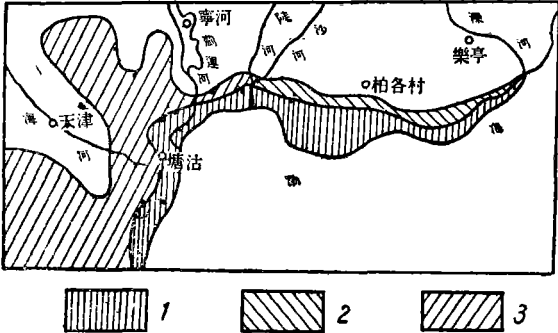


图 4. 盐渍土分区图(施普德 1958 年)

- 1—氯化物盐土区； 2—硫酸盐氯化物盐化土区；
- 3—底层盐化土区

一. 氯化物鹽土区:

分佈在濱海地帶。

經常受到海水的浸复作用, 风运作用也表現的比較显著。但是形成鹽碱地的基本作用还是大陆鹽漬化作用。

鹽类在地表呈白霜狀出現, 在土壤中呈閃爍的小晶体出現, 以硫酸鹽类为主, 味苦而澀。

地面生長着大量的喜鹽及耐鹽植物。

土壤中一般含鹽量为 2—5%, 最高可达 10% 以上, 鹽类則以 NaCl 为主。

二、硫酸鹽氯化物鹽化土区:

分佈在濱海地帶以南, 陡河以东的沿海地帶。

干旱季节鹽类在地表呈閃爍的小晶体出現。

地表生長着少量的喜鹽及耐鹽植物。

土壤中含鹽量为 0.5—2%, 以 NaCl 为主, 次为 Na_2SO_4 。

三. 底层鹽化土:

分佈在陡河以西的沿海地帶。

有大面积的积水窪地(常年和季节积水), 因此, 表层鹽化土中的鹽类被地表水冲淡。仅在干旱季节才呈現輕微的鹽漬化現象。

鹽化土一般埋藏在地表以下 20—40 公分以下, 含鹽量一般为 0.5—1.5%, 鹽类以 NaCl 与 Na_2SO_4 为主。

在积水窪地中及其附近生長着大量的喜水植物(主要为蘆葦)和喜鹽及耐鹽植物。

第二部分 对改良盐碱地的初步意見

I. 人工降低高矿化地下水水位

潛水大陆鹽渍化作用是形成鹽碱地的最基本原因。因此, 采取适当方法, 排除高矿化地下水, 从而降低地下水水位, 才是防止土壤鹽渍化, 改良鹽碱地的根本措施。

根据本区經濟条件及水文地质条件的特征(岩层透水性弱, 地下水埋藏深度浅, 坡降小等), 如果排水采用立式排水设备(11)不但价格昂贵, 并且也不能获得良好的效能。建議采用水平明式深溝排水设备, 建立系統的灌溉网及排水网, 引导深溝中的水流洩于渤海, 以达到适当的排除高矿化地下水, 从而降低地下水水位的目的。

II. 冲洗不利于植物生長的易溶鹽类

單純采用人工降低高矿化地下水水位, 还不能达到改良鹽碱地的目的。必須同时冲洗鹽碱地中不利于植物生長的易溶鹽类。

提出以下五点建議:

1. 充分引用河水(滦河、沙河、陡河、薊运河、海河等)冲洗鹽碱地中的鹽类。

但由于河水水量季节动态变化幅度異常剧烈, 雨季犹如排山倒海, 而干旱季节甚至举足可涉。因此仅引用河水就会产生“供不应求”的現象, 所以还必须同时利用深层的低矿化地下水来冲洗鹽类。

2. 沿海地区在 120—200 公尺之深度, 蘊藏着丰富的低矿化承压的地下水, 并且一般均能噴出地表。应当大量修建深井, 引用深层的低矿化地下水帮助冲洗鹽类。发动群众大量修建深井不但对改良鹽碱地具有重要意义, 同时也可解决农場的供水問題。

3. 充分的利用雨水冲洗鹽类, 施行溝洫畦田。

4. 在地势低窪地区及难以冲洗的粘質土上(指本区氯化物鹽土区及底层鹽化土区, 請參看图 4), 推广种植高产作物水稻。据河北省軍粮城試驗站观测, 洗鹽种稻, 一年以后, 鹽碱地中含鹽量由 1.44% 可降低为 0.05%。

5. 鹽碱地经过冲洗后, 要进行很好的施肥, 以增加土壤之肥力, 在若干年内应合理的耕作与輪作。

III. 沿滦河以西的渤海岸建立“人工海堤”以防止海水的浸复作用, 避免土壤鹽渍化, 同时保証农庄的安全, 防止海嘯所引起的災害。

IV. 利用喜水、喜鹽、耐鹽植物改良土壤

这些植物能促进土壤結構[12]的形成, 并在很大程度上促进土壤增加氮化合物和有机化合物, 增加土壤之肥力。同时这些植物具有迅速消耗地下水的力量, 从而可以降低地下水水位。如苜蓿(*Medicago sativa*)根深达 2 公尺以上, 在一个季节內可以降低地下水 50~100 公分, 大量消耗地下水并增加有机物的形成。

这些植物在鹽碱地中生長的很茂盛, 能够很好的复盖土壤, 因此也減弱了地面的蒸发作用, 这就阻碍了耕作土层中鹽类的积累。

在排水較好的鹽碱地上, 推广多年生的芨芨草(*Achnatherum Splendens*) [13]。在排水不良处和积水窪地及其附近, 推广多年生的蘆葦(*Phragmites communis*) [14]。在不易用灌溉方法改良的鹽土处, 可培植多年生的牧草; 馬牙头(*Aeluropus litoralis* var *Sinesis*), 苜蓿、獐茅草(*Sporobolus Uivginicus*)等。

这些植物不但对改良鹽碱地有很大作用, 同时它本身也是有很大价值的經濟作物。

V. 植树造林

沿渤海岸及排水溝旁植树造林, 对鹽碱地的改良具有如下意义。

1. 改变气候条件:

可減輕风力, 增加空气湿度, 从而减弱风运作用及地面蒸发作用, 防止土壤中鹽类的积累。

2. 排除高矿化地下水, 从而降低地下水水位。

植树造林是一种有效的、經濟的“生物排水设备”。这种排水的科学道理是: 利用树木叶面蒸发作用, 排除地下水, 从而达到降低地下水水位的目的。

В.С.Мальгин 教授在說明生物排水作用时写道: “优良的排水管, 每公尺每年吸取和排除 54~72 公尺³ 的地下水。但一棵树在同样的时期內却能蒸发 50~90 公尺³ 的地下水”。由此可見植树造林对排除地下水, 降低地下水水位, 防止鹽渍化的作用是相当有效的。

3. 防止土壤次生鹽渍化:

排水溝旁种植树木, 能防止排水溝的滲漏損失和因此而起的土壤次生鹽渍化。因为树木的根很深, 能吸收大部分由排水溝边坡滲漏出来的水量。

4. 沿渤海岸植树造林可以加固“人工海堤”, 防止海水对人工海堤的破坏作用。因为树根对土壤起固結作用。

5. 保持水土:

植树造林能显著的收到保持水土的功效, 减少水土流失。

6. 增加国家財富

7. 美化环境。

植树除了用材料以外, 应当尽量发展經濟林木 [15]。改良鹽碱地的工作, 同样也要考虑到有关国民經济各部門的綜合效益, 相信随着我国农业飞速的发展, 这项工作也会相应地开展起来。

[1] “鹽碱地”即“鹽渍土”。

[2] 根据天津老西开深孔資料。

[3] 見中国第四紀地質学講义 113 頁。(帕甫林諾夫著, 北京地質学院出版社出版)。

[4] 地質部 904 队 1957 年在冀东地区进行水文地質普查工作过程中, 据 5 米土鑽資料証实, 在滨海地区 5 公尺以上的岩层中发现有海生动物貝壳。

[5] 据地質部 904 队鑽孔水文分析資料。

[6] В.Б.Полынов 院士提議把土壤开始迅速鹽渍化的含盐地下水水位的深度, 称为“临界深度”, 将发生全面强烈鹽渍化的临界水深作为“第一級临界水深”。

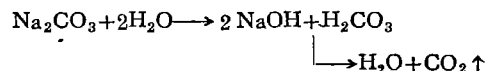
[7] 参看 § 2 形成鹽碱地的主要作用。

[8] 重碳酸盐水的饱和极限为 1 克/升; 硫酸盐水为 4 克/升; 氯化物水为 360 克/升。

[9] 約 10 年发生一次海啸。

[10] 有毒盐类是指会引起土壤肥力急剧下降或完全消失的盐类。

假設将 Na_2SO_4 对植物有毒作用当作是 1; 則 NaHCO_3 的毒性比它大 2 倍; MgSO_4 , MgCl_2 , KCl 的毒性比它大 2—4 倍; NaCl 的毒性比它大 4—5 倍; 而 Na_2CO_3 的毒性比它大 9 倍。 Na_2CO_3 的剧烈毒性, 是由于它在溶液中部分离解, 并产生对植物有害的苛性鈉所致:



[11] 采用立式排水设备的办法是在鹽碱地地区, 大量修建排水井, 用抽水机把高矿化地下水从井中抽出。当采用这种办法时, 須有大量的抽水设备, 須在渠內进行观测和定期修理, 并且还須耗費固定的电能。采用这种设备的优点是不需要作大量的土方工作量, 虽然同样要修建排水道, 但不因排水沟而占去耕地面积。

但根据冀东的具体情况如果采用立式排水设备有如下缺点和困难:

1. 水文地質条件不利于立式排水设备, 則大大的减小了它的效能。

2. 目前缺少大量的电能及排水设备。

3. 即是采用了立式排水设备, 降低地下水水位, 也需要修建系統的灌溉网及排水网, 冲洗盐类。因此, 不如采用水平明式深沟排水设备, 可以达到降低地下水水位及冲洗盐类的双重目的, 并为今后农田灌溉打下了基础。

[12] В.Р.Вильямс 院士着重指出: 有結構的土壤, 能够很好的供給植物所需要的水分和养料, 并且保證了供应根系和微生物呼吸所需要的氧气。

[13] [14] 芨芨草及蘆葦均为造纸原料。

[15] 經濟林木: 指果木、桑、柞、茶、漆、油料等有較大經濟价值的林木。

主要参考文献

1. В.Б. 叶戈罗夫: 土壤鹽渍化及其垦植, 科学出版社 1958 年。
2. 张宝堃、周遂儒、汪安球、施雅凤等: 华北区自然地理資料, 科学出版社 1957 年。
3. 方鴻慈: 我国潜水的形成及其地球化学作用的方向, 1957 年本刊第 10 期。
4. 帕甫林諾夫: 中国第四紀地質学講义 1958 年。

