

农田基本建设丛书



李学曾 编著

陕西盐碱地改良

陕西科学技术出版社

农田基本建设丛书

陕西盐碱地改良

李学曾 编著

陕西科学技术出版社

农田基本建设丛书

陕西盐碱地改良

李学曾 编著

陕西科学技术出版社出版

(西安北大街131号)

陕西省新华书店发行 陕西省印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印数5,755 字数118,000

1981年11月第1版 1981年11月第1次印刷

印数1,000

统一书号: 16202·35 定价: 0.48元

前 言

盐碱地是陕西省低产土壤之一，分布广，面积大。在多年的农田基本建设中，我省曾采用各种办法逐年改造了大面积的盐碱地。但由于各地区大兴水利，新灌区不断增加，有些灌区水利机械配套不齐，土地不平整，灌溉方法不当，以及黄、洛、渭下游库区淤积严重，致使地下水位抬高，又出现新的盐碱化面积。目前全省约有盐碱地二百三十多万亩。榆林地区分布最多，约一百四十七万亩，关中东部的渭南地区次之。榆林及延安等地区历年来修成的坝地，不下四十万亩，其中半数以上出现盐碱化现象。

陕西省的盐碱地，有些是历史上遗留下来的盐碱荒滩，也有耕种过的低产田。在旧社会，这些土壤象无法根治的痼疾，极少有人过问，不但得不到根治，还不断扩大蔓延。解放后，在党的领导下，我省广大农民、干部与专业技术人员相结合，在改造低产土壤的生产斗争中，摸清了旱、涝、盐碱为害的规律，采用农、林、水综合治理的原则及排、灌、淤与农业技术措施相结合的方法，已使大面积的盐碱地得到改良。昔日的盐碱荒滩一部分已经变成高产稳产的粮、棉基地。

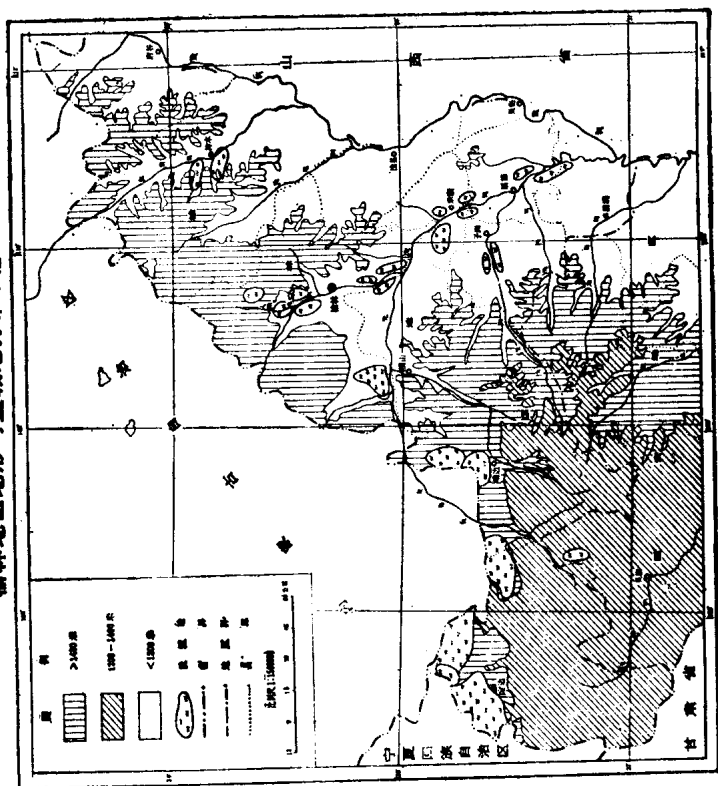
为了普及盐碱土的科学知识，推广群众治理盐碱地的经验，促进改土治碱科学的发展，以适应农业生产现代化的需要，特编写了《陕西盐碱地改良》一书，供盐碱化地区的基层

干部和社员群众阅读参考。本书内容分为两个部分。第一部分介绍了盐碱土的基本知识，即怎样认识盐碱土；第二部分介绍改造利用盐碱土的经验技术，如水利改良措施、农业改良措施与生物改良措施等。由于编者水平有限，书中如有错误和不妥之处，诚希读者批评指正。

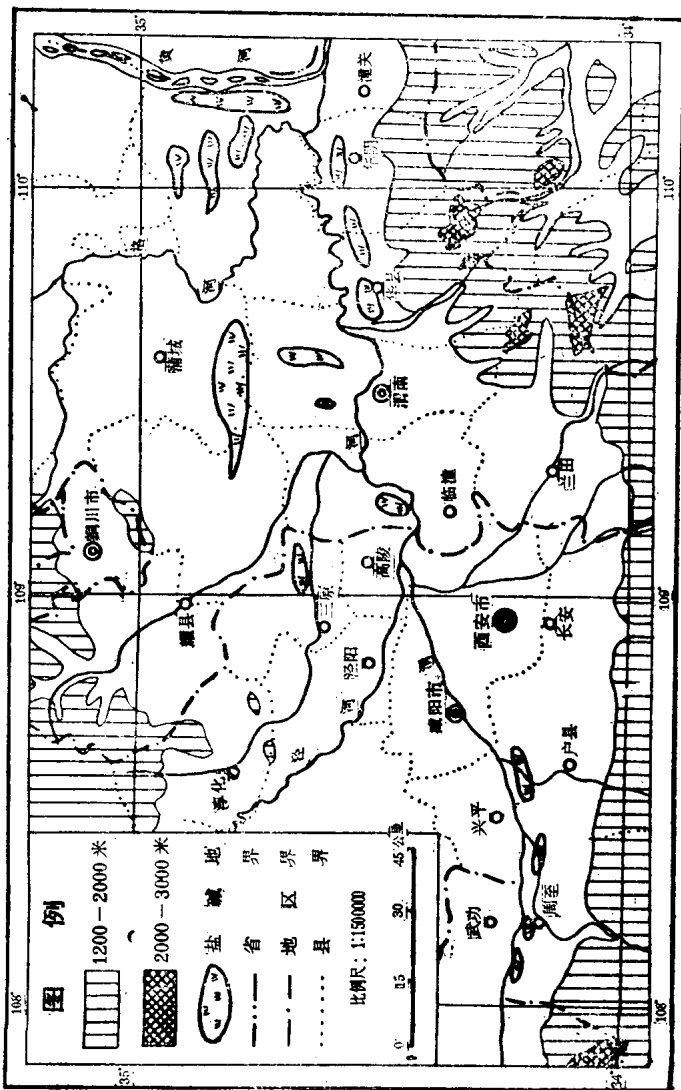
编 者

一九八〇年元月

宁夏回族自治区地形与盐碱地分布图



关中东部盐碱地分布示意图



目 录

一、怎样认识盐碱土.....	(1)
(一) 什么是盐碱土.....	(1)
(二) 盐分的来源、移动与聚积.....	(1)
(三) 盐分的性质与活动规律.....	(6)
(四) 盐碱土的形成.....	(16)
(五) 盐碱土的类型.....	(19)
(六) 盐碱土对作物生长的危害.....	(26)
二、怎样改造利用盐碱土.....	(34)
(一) 水利改良措施.....	(34)
(二) 农业改良措施.....	(74)
(三) 生物改良措施.....	(95)

一、怎样认识盐碱土

(一) 什么是盐碱土

盐碱土又叫盐渍土，包含盐土和碱土两种性质不同的土壤。

盐土是含有过多水溶性盐分的土壤。它的盐分多属中性盐，如氯化钠（食盐）、硫酸钠（芒硝）等。盐土仅呈微碱性反应，酸碱度在7~8.5之间。由于盐土含有过多的水溶性盐，土壤溶液的浓度较高，使作物的根系难于吸取土壤中的水分，造成作物减产，重的黄萎枯死。

碱土中所含的水溶性盐分，多属碱性盐，如碳酸钠（碱面，又叫苏打）、碳酸氢钠（小苏打）等，呈较高的碱性反应，酸碱度在8.5以上。土壤胶体（指土壤中的粘粒和腐植质）中吸附有很多的钠离子，破坏了土壤的良好结构，湿时分散泥泞，干时龟裂板结，致使作物出苗困难；同时由于碱的腐蚀性较大，破坏了根系的细胞组织，危害作物生长。

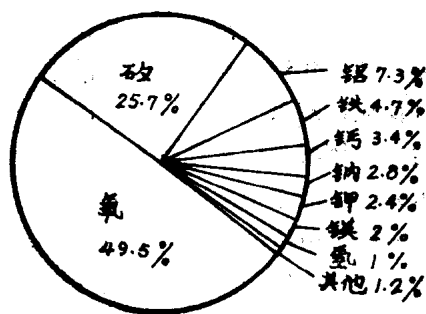
陕西省大部位于内陆干旱地区，所出现的盐碱土，多属内陆盐土，无滨海盐土，也没有典型的碱土。偶见有零星分布的碱化土，即有碱化现象的土壤，如群众说的“瓦刚碱”。

(二) 盐分的来源、移动与聚积

1. 盐的来源与移动

为了消灭盐害，除了要了解盐的来源外，还需要知道它

的性质与活动规律。一切构成盐类的元素，广泛地分布在地壳中。这些元素的分布，极不均衡，元素的数量相差也极为悬殊，有的在地壳中占多数，也有的是极少数。分布最广的是氧，仅氧一种，在我们所研究的地壳中，即占有49.5%；其次是矽，占25.7%，再其次为铝、铁、钙、钠、钾、镁和氢等(如图一)。仅这九种元素，即占据了全地壳的98.8%。其余还有90多种元素，总合起来，只不过占地壳元素的1.2%。其中氯在地壳元素中占了0.20%，所以氯在元素中也算是较多的一种。这就很明显的看出来，组成盐碱土中易溶盐的元素，都是在地壳中含量较多的元素。



图一 地壳外层元素的分布

组成盐分的元素，最初经过若干万年的时间，沉睡在地壳岩石中，

又经过了长时间的风化过程，把其组成的元素及其化合物，释放出来。其性质与动态是多种多样的，其中一些形成粗砂，另一些成为粘土，还有一些构成水溶液中的成分。由于这些风化物的物理化学性质不同，它们的移动去路也都各不相同。一部分产物留在当地，另一部分随水或有机物转移，或形成蒸气和气态物质而转移。根据元素和化合物的性质不同、活动不同，从风化岩石中转移的速度也不同。这些主要元素的活动速度，可分成下列几组：

①最易移动的——氯和硫；

- ②易移动的——钙、钠、镁、钾；
- ③可活动的——矽酸盐的矽酸、磷和锰；
- ④活动较弱的——铁、铝和钛；
- ⑤不活动的——石英（氧化矽）。

形成土壤的可溶性盐类的元素，属于最易移动的第一和第二组。土壤的盐渍化现象与其所含化合物的高度移动性，有极密切的关系。因为最易溶解的盐类，从四周围的较高地位随水流来，聚集在一定的盆地或平原。这是低洼地区，土壤出现盐渍化的普遍原因。

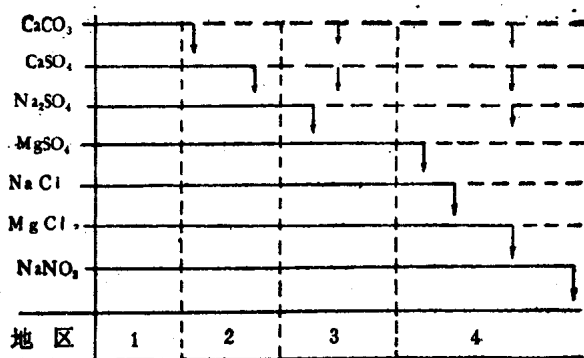
另一方面，河流将大量的盐类，带进海洋里去，每升海水中含有约35克的易溶盐，这些易溶性的物质中，首先是氯化物占最多数，尤其是氯化钠占了盐类的77.7%。陆地上的某些盐碱土中，氯化钠常为盐分中的主要成分，这同样是因为氯化钠具有高度移动性的结果。

2. 盐的聚积

在雨量丰沛的湿润地区，水的流量大，大部可溶性化合物，能借水流作用，抵达海洋。但是在干旱半干旱地区，降水量很少，这里的可溶性盐类要随河水流到海洋里去，就很困难。一般说来，含盐的溶液，在地表与地下流动的愈慢，消耗于蒸发作用的水分就愈多。溶液一浓缩，在水体中的盐分溶解度一降到极限，就开始沉淀下来，转变为地表沉积物。

钙、镁的碳酸盐和重碳酸盐，溶解度最小，在溶液蒸发过程中首先开始沉淀，随后再浓缩饱和，并开始沉淀出石膏来，溶液再继续高度浓缩，硫酸钠（芒硝）开始沉淀（这时碳酸钙与碳酸镁几乎已经完全沉淀下来）。硫酸钠沉淀后，再浓缩时，轮到硫酸镁沉淀，再后才是氯化钠，再后还有其

他盐类的沉淀（如图二）。



图二 盐类沉淀的顺序

1—淡水，无盐类沉淀；2—硬水，碳酸钙局部发生沉淀，然后是石膏；3—苦水，一部分硫酸钠和硫酸镁随同前述盐类沉淀；4—苦碱水，氯化物盐类沉淀，随后为硫酸盐沉淀。

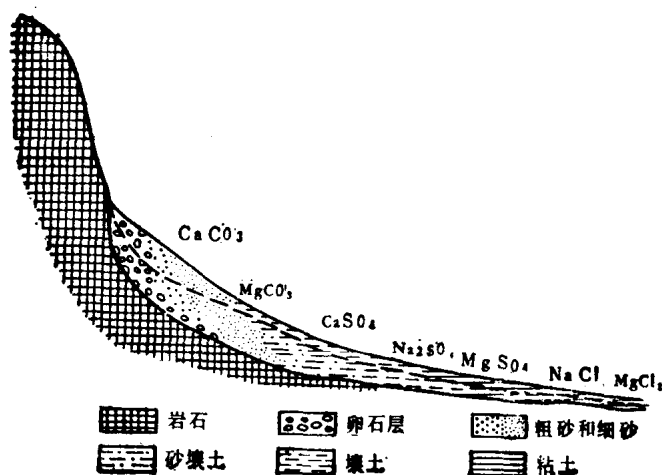
在自然界中，食盐常是最后沉淀的盐类之一，它停留在溶液中的时间最久，它的溶解度受温度的影响较小。许多盐类在炎热的夏天，随着温度的升高，溶解度大了，化合能力也强了，显得很活泼的样子。但是一到冬天，严寒来临，它们的溶解度立即降低，象是惧怕寒冷似的，能沉淀的沉淀了，能结晶的结晶了，残留在水溶液中的是极少数。独有食盐与众不同，无论在炎夏，或寒冷的冬季，都能很好的溶解在水中，不因温度不同而产生较大的变化。这是它自己独有的怪脾气。所以在内陆干旱半干旱气候的地区，冬春严寒雨雪较少，长时间的蒸发，促使地表返盐，危害禾苗生长的主要是氯化钠随溶液上升的结果。

在相同温度下各种易溶盐类的溶解度是不同的（如表一）。埋藏在地下的天然水溶液，一面经过土壤蒸发，同时

表一 土壤中主要盐类的溶解度(20℃ 纯水)

盐类名称	CaCl_2 MgCl_2 NaCl MgSO_4 Na_2CO_3 Na_2SO_4 NaHCO_3						
溶解度 克/升	744	545	360	360	225	189	96

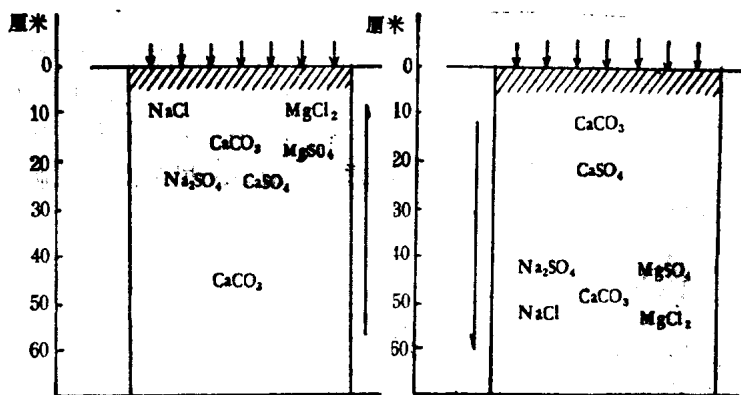
又沿着地形坡度的下降，慢慢向下移动，盐类在水溶液浓缩的过程中分离。不易溶解的盐类，在途中先沉淀下来，先是沉积在较高的部位；最易溶解的盐类，最后沉积在较低的地方（如图三）。



图三 山区河流冲积锥的岩层构造（断面）与盐类沉淀的顺序

我省位于大陆内部，大部地区属于半干旱气候，蒸发量大于降水量。土壤淋溶较弱，土壤中的盐分积累较多。在一些浅平洼地，当地下水位接近地表时，遇到春旱或伏旱季节，土壤水因蒸发浓缩，地表出现盐渍化现象（如图四）。

这时表土含盐成分以氯化物硫酸盐占优势。夏秋雨季到来，因降水或灌溉，使地表积水，溶解了盐分，随水下降到土壤层的下部，地表又出现了脱盐现象（如图五）。这时土壤下层的含盐量比上层高。



图四 旱季表土盐碱化

图五 雨季开始脱盐

图中看出盐在土层中，只是季节性的暂时的上下移动，不会真正脱盐的。我们认识了 this 规律以后，便可以理解到必须通过挖排碱沟，将含盐量高的地下水，排出田外，降低地下水位。才是消除盐害最根本的措施。

（三）盐分的性质与活动规律

一般说来，水溶性盐类的组成，是多种多样的，但在盐碱土中绝大多数的盐，是由三种阳离子(Na^+ 、 Mg^{++} 、 Ca^{++})和四种阴离子(Cl^- 、 SO_4^- 、 CO_3^- 、 HCO_3^-)组成下列12种盐类（如表二）

表二中这些盐类，参加植物生活循环后，不一定都是有

表二 盐碱土中阳离子和阴离子组成的盐类表

NaCl	MgSO ₄	CaCO ₃
Na ₂ SO ₄	CaCl ₂	Ca (HCO ₃) ₂
Na ₂ CO ₃		MgCO ₃
NaHCO ₃		Mg (HCO ₃) ₂
MgCl ₂	CaSO ₄	

害的盐类。其中有一些是属于无害的盐类。

1. 无害的盐类

不溶解的盐类，是固体状态，不危害作物的生长。在水中溶液中，溶解度极小的也没有大的危害。例如在15℃的常温下，100毫升纯水中只能溶解0.0013克碳酸钙（CaCO₃），而碳酸镁（MgCO₃）只能溶0.00002克。碳酸氢钙（Ca[HCO₃]₂）与碳酸氢镁（Mg[HCO₃]₂），这两种盐类在干燥情况下，仍然以碳酸钙与碳酸镁的形式存在。因此，都属于微溶性的盐类。石膏在15℃的常温下100毫升纯水中，只能溶0.202克。即在一升纯水中，溶解2克多的硫酸钙，就已经饱和了，所以也应属于无害的盐类。

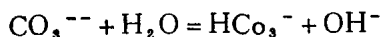
2. 有害的盐类

除了上述几种溶解度小的盐类外，还有七种（表二中列在黑线左边的）是溶解度较大的盐类，即在盐碱土中有害的盐类，它们有一个共同的特征是在常温下溶解度高。例如食盐（NaCl），在20℃常温下，一升纯水中能溶360克；碳酸钠（NaCO₃），在常温下一升纯水中能溶解225克，还有溶解度更高的氯化钙（CaCl₂）、氯化镁（MgCl₂）等。现将

主要的几种盐类分述如下：

(1) 碳酸钠 (Na_2CO_3)：碳酸钠中的钠，是强碱性的，碳酸是一个弱酸，二者化合生成的盐，叫做强碱弱酸的盐。这样的盐，除了能够大量溶解于水中，而且还能够“水解”。

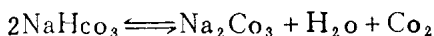
什么是“水解”呢？水 (H_2O) 是由氢和氧两种元素组成的水分子。但是在大量的水分子中，还存在着一小部分离子状态的 H^+ 与 OH^- 。水中的 H^+ 和 OH^- 离子的浓度很小，在一升纯水 (H_2O) 中，在 22°C 时，有 $\frac{1}{1,000}$ 克的 H^+ 与 $\frac{1}{1,000}$ 万克 OH^- ($[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$)。这是一个常数，它们与未离解的水分子常处于平衡状态。如果有盐离子与这些离子的一种相结合，就立即破坏了平衡，而引起一种新水分子离解。因此，就能在溶液中蓄积相当数量的另一种离子。例如 Na_2CO_3 溶解于水中被离解后，成 2Na^+ 与 CO_3^{--} 两种离子。 CO_3^{--} 离子与 H^+ 结合成较难离解的 HCO_3^- 离子。水中的 H^+ 离子减少，就破坏了水分子与离子间的平衡。由于 H^+ 离子在水中的浓度是一个常数，势必使更多的水分子发生离解，离解出更多的 H^+ 离子来，这样才能维持原来的平衡，使常数不改变。因此，水中被离解出的 OH^- 离子，就越积累越多起来。



OH^- 离子是强碱性的， OH^- 离子的加多，使溶液呈强碱性反应。植物是喜欢在中性环境中生活的，所以碱性对植物生长有害。

碳酸钠 (Na_2CO_3) 称为碱性盐，在水溶液中很活泼，

对作物的毒害最大，当它遇水变成 NaHCO_3 以后，就比较稳定了，没有 Na_2CO_3 那样活跃了，毒害的程度也小了。但是在干燥的环境下，它仍可由 NaHCO_3 再回到碳酸钠的形式。



所以在土壤中，如果发现大量聚积的 NaHCO_3 时，将是一个不利的现象。

(2) 氯化钠 (NaCl) :

①海水为什么是咸的。全世界的河流，每年从四面八方流进海洋，带进了大量的易溶盐分。海洋里的含盐量，如按千分之三十计算，全世界海洋里积存的盐分有五万万亿吨之多。内中盐分的种类很多，约有四五十种。

海水所含盐类中，占绝大多数的是食盐。饮水中若含有食盐0.3%时，即能尝出咸味来，但海水所含的盐类中，有77.7%以上是食盐。所以海水是咸的。

②食盐是怎样形成的。食盐是钠(Na)与氯(Cl)两种元素化合而成的。这里谈谈这两种元素的性质。

钠(Na)是一个化学性很活泼的元素。自然界没有纯 Na ，都以化合物存在，但其中最主要的化合物是食盐。其次，才是硫酸盐、硝酸盐及其他。

钠(Na)的离子半径很小，比钾(K)的离子半径还小。 Na 离子外部披着一层水膜，按照一般规律，离子半径愈小的，其水膜就愈厚，离子水化半径越大。所以 Na 离子的水化半径较大，水膜也较厚。

Na^+ 离子在土壤中可以被胶体吸附，由于它的外部披着一个较厚的水膜，又是一价的阳离子，所以被吸附的力量很弱。由于这些原因，当 Na^+ 离子被吸附在胶体表面时，只能