

# 种稻改良盐土及灌排措施

吴珊眉

我国北方鹽碱地区的农民，多年来在与鹽碱作斗争的过程中，累积了极其丰富的經驗，种稻改良鹽碱土便是其中的一种措施。具有2,200多年悠久历史的宁夏黄河灌区的农民，便以这种手段，变大面积的鹽碱荒灘为良田；河北及辽宁濱海也有数十年至百年的种稻历史。

解放以后，許多新建的国营农场面临着改造鹽碱土的巨大任务。河北藁台农场、宁夏的灵武农场，利用鹽碱土种稻，经过摸索，终于找到了成功的关键——必須在有排水设备的基础上种稻洗鹽。

大跃进以来，窪地改造与改良土壤的同时，也掀起了改良、利用鹽碱地的高潮，总结了广大农民的成功經驗，肯定了种稻是改良利用鹽碱地良好的途径。在水利化的基础上，华北、西北和东北各地千万亩鹽碱荒灘将迅速地变成稻田。这个由我国农民在长期生产实践中所获得的經驗，充分地显示了它的作用，从而根本上扭转了我国鹽碱地改良利用的方向。

鹽碱土种稻改良与冲洗种旱作的措施相比较，具有許多优点，这就是成本低，收益快，产量高，即使是重鹽渍化土和鹽土，也不需要通过2—3年的單純改良阶段，而在种稻的第一年，便可以获得产量，同样也克服鹽碱窪地内涝积水的危害。从对排水(咸)条件的要求看，冲洗种旱作要求深的排水溝网，要将含鹽地下水水位降低到临界水位以下才可。然而，我国大部分鹽渍地区的地势低平，少排水出路，溝过深就不能保証自流排咸，因此在某些情况下，非但未使地下水水位下降，反而发生倒灌的现象。种稻洗鹽相对地克服了此一困难。从土壤改良的角度出发，由于水稻长期淹灌的水层(相当于整个生长期)及排灌措施，具有强烈的溶解鹽分，淋洗鹽分并排除鹽分(包括生长期間的排明水)的作用，水层也阻碍土壤表面的直接蒸发作用。在嫌气性的耕作条件下，有机体(水稻及微生物、藻类等)、有机质与土壤溶液和固体之間复杂的生物化学过程，对碱化土壤的改良更具有特殊的意义。如今年，宁夏成功地改造了白鹽土(龟裂鹽土)，更說明这一措施的重大意义。

## 一、稻田的排水措施

### (一)排除鹵水溝的布置方式

1. 浅而小的排水溝系，深度約30—40厘米以退

除泡田洗鹽的田面明水，在涝害地区，也起临时性的調節逕流的作用。

2. 浅而密的毛排与較深的大排水溝系統。全系統溝排并列(图1-a)，即灌排渠距离很小。此法距离过近，灌渠发生渗漏，影响排渠效果，土地不易平整，田块太小。

另一种为全部灌排相間排列(图1-b)，此法比較优良。根据苏联的經驗，認為这种形式下，灌渠自渠系渗漏的灌水可以发挥洗鹽、压鹽的作用。

有些地区缺乏毛排級的排水系統(图1-c)。实践证明，毛排可以加速土壤脫鹽，对上层土壤的淡化作用尤大。土壤改良条件欠佳的地区尤需設置毛排。

3. 浅而密的毛灌排相間与蓄、灌、排三用的各級深溝(4米深)(图1-d)。在河北濱海地区常如此，农民往往加深排水头干溝至地下水水位以下，以便增加蓄水容积，保証春季灌溉水源。这种形式也可以說是平原河网化的雛形。怎样克服蓄水与土壤排鹽的矛盾呢？老乡的經驗認為必須控制溝中的蓄水位一般需比稻田水位低30—50厘米，保証一定程度的水分循环，土壤的鹽分終会逐年减少。

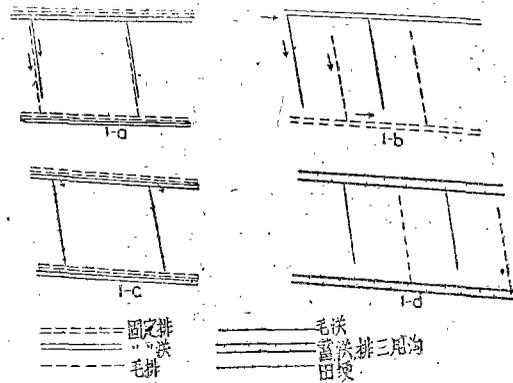


图1. 排水溝分布示意图

### (二)排水与土壤改良类型的关系

根据改良条件可分为一般鹽渍土和碱化(苏打)鹽渍土。

一般鹽渍土包括氯化物-硫酸鹽的鹽渍化类型。这些土壤可溶性鹽的总量很高，全剖面含有鹽分，而以表层累积最多。鹽分与地下水有密切联系。改良这种土壤除了要使土层脫鹽外，还要使地下水也变淡。

碱化(苏打)鹽漬土包括苏打鹽土、碱化土及白鹽土(龟裂鹽土)等。我国这些土壤的共同特点是土壤可溶性鹽的总量并不高,鹽分組成中以  $\text{CO}_3^{2-}$  及  $\text{HCO}_3^-$  为主,并含有相当数量的代換性鈉, pH 值  $>9$ , 土壤物理性質不良, 干时坚硬如石, 湿时泥濘, 分散性强, 透水性极弱。影响透水性能的因素, 除了与土壤的膠体化学組成有关外, 也可能与土层質地本身的粘重程度有关。地下水位較深, 以  $\text{HCO}_3^-$  为主, 一般为淡水。

根据碱化鹽漬土本身的特点及地下水状况, 目前,

影响作物生長的因素, 是土层理化性質不良。改良利用这种土壤, 目前最主要是减少耕作层中的苏打鹽类, 代換性鈉中和碱性, 改善物理性能。因此, 在大多数情况下, 特别是苏打累积較輕, 地下水危害不明显的地区, 沒有排除地下水的設施; 該类土壤滲水性能差(表1), 在深排水設備条件下, 鹽分自上往下淋洗, 并滲入排水溝中的作用也不大, 因此, 一般采用第一种布置方式, 作为田面明水撤退的通路, 但必需保証流水暢通。

表1. 苏打鹽漬土渗透性能(壤質)

深度	0—15	15—30	30—45	45—60
渗透系数(厘米/秒)	0.000025	0.000028	0.003038	0.60033

註: 黑龙江水利厅, 环力(直徑14厘米)取样。

改良这种土壤, 目前主要是减少耕作层中的, 苏打鹽类, 中和碱性, 改善物理性能。在多数情况下, 不必排除地下水。

碱化鹽漬土本身的特点及地下水的状况, 使我們能够認为深排水系統的意义不大, 一方面地下水不需要排除, 另一方面要使土壤水分下滲入排水溝中的作用也不大, 因此, 在一般的情况下, 可采用淺而小的退水系統, 作为田面明水撤退通路, 可根据土壤鹽碱化的程度来决定它的密度。

就一般的鹽漬土而言, 深的排水系統对土层和地

下水的脫鹽是有好处的。但是, 客观条件是往往不允許的, 何况在种稻的情况下, 深排水溝会使稻田滲流量加大, 从而增加了灌溉水的消耗。

在所有的排水系統类型中, 一般人認为淺而密的与适当深的排水溝共同組成的排水系統較好, 而全部排灌应该是相間排列的。

### (三)末級固定排与毛排的間距和深度

排水溝的深度和間距, 在各种条件下, 目前虽无精確数字可資利用, 但在生产实践上已有初步采用数字(表2)。

表2 几个水稻灌区末級固定排、毛排的間距和深度

	地 点	末級固定排		毛 排	
		深度(厘米)	間 距(米)	深度(厘米)	間 距(米)
濱海鹽渍地	河北滄县团泊窪	100	400—500		
濱海鹽渍地	河北滄县王汝庄	130	400—500	60—80	30—40
濱海鹽渍地	河北黃驃上古林			150	21*
				150	40**
濱海鹽渍地	山东打漁張	200	400—600	60—100	60—200
鹽渍地	河南原阳	100	400	60	36—40
		80	300	30	60—120
鹽渍地	灵武农场18号地	110—130	216	60—70	100
鹽渍地	潮湖农场	150左右	216—300	60—90	70
鹽渍地	惠安	120	200—500	60—70	100
湖 底 土	前进农场			60—70—100	100

註: 各地水稻的产量及土壤改良效果良好。\* 第一年; \*\* 次年。

在河北濱海地區，土壤質地較粘，土壤及地下水含鹽重。新墾稻區末級固定排的間距為400—500米，深度100—130厘米，毛排的間距為30—40米，深度為60—80厘米。而黃驊縣上古林海大道以東，鹽土的滲水性差，開墾的初期，溝距甚至達9—10米，深度也深。隨着種稻年限的增加，土壤鹽分減少，毛排的溝距便可以放寬，如上古林開墾的第一年溝距為20米左右，次年放寬1倍，為40米。

寧夏平原的土壤質地較輕，毛排間距為70—100米，平均深度80厘米左右。總之，在土壤含鹽量高、質地粘重、地下水礦化度愈大、地下水逕流滯緩的情況下，溝距及溝深應狹而深；砂質土壤的溝深應考慮到塌方淤填的因素。

## 二、稻田洗鹽與灌溉措施

### (一) 種秧前的洗鹽

鹽碱土的种类不同，性質各異，洗鹽方式也就不同。歸納起來，大致有下列幾種基本方式：

(1) 泡田滲洗法：即洗鹽水通過土層滲入地下水，再進入水溝中。

(2) 表面撒水法：灌水入田後，經過2—3天，待水色變黃後，破局部田塊，撒明水，反復進行2—3次。

(3) 先撒後滲洗：一般是地面撒明水1—2次，再灌水滲洗。

碱化鹽漬土透水性極差，一般采用地面撒水法；也可以降低耕作層鹽分及pH值。為了減少鈉膠體的數量，改善土壤的機械組成，還可以考慮撒混水。因為混水中懸浮着的是有毒害的鈉膠體。在鹽漬土土壤質地粘重、滲透性極弱時，也可考慮明排。

一般鹽碱土多採用泡田滲洗法，其優點是能夠降低土壤根系活動層中的鹽分含量。在排水條件較好的情況下，甚至可以使地下水以上的土層含鹽量下降。

我國許多地區的鹽土，如新疆、甘肅河西、寧夏、內蒙的蓬松鹽土、結壳鹽土等，表層0—10—15厘米的鹽分均高於下層。在某些情況下，這些土壤經沖洗後，底土層的鹽量及地下水的礦化度會驟然增加，使土壤改良條件複雜化，潛藏的次生鹽漬化威脅增大。因此，新疆有些農坊便在第一次沖洗灌水前，將成塊的鹽壳運至田外，並採用先撒後滲洗鹽法，這樣，部分表層的鹽分可以水平的方向排除。

鹽分不太重的新老稻區，秧前不必洗鹽。

(二) 水稻生長期間的灌溉與鹽漬土的类型、鹽漬化程度有關，灌溉方式不同，也影響土壤的脫鹽程度。

水稻生長期間的灌溉主要採取連續淹灌，有些地方在輕鹽漬土上也採用間歇灌溉。連續灌溉又有定期

換水、流動水灌溉及定期補水等區別。

淹灌適用於土壤鹽漬化較重、地下水含鹽高的地區。由於田面經常保持一定的水層，便防止了土壤表面直接的蒸發作用，鹽分不致在生產期中累積於土壤上層。長期淹灌更促進了土壤的脫鹽。

淹灌必須定期換水，及時排除田面水中累積的鹽類及其他有害物質，保持一定的水溫條件。土壤鹽漬化愈重，換水次數應勤。淺澆勤換是一個普遍的經驗。

在鹽漬土的水稻灌區，換水主要視鹽分的情況，但也必須調節它與水稻生長及施肥的矛盾。定期補水起着沖淡田面水的作用。

間歇灌溉在老稻田區較為適宜，因為在那裡灌水主要根據水稻的生長情況，而鹽分的問題已非主要。但間歇灌溉方法較難掌握，因此，在一般鹽漬土上不宜採用。

對於碱化鹽漬土类型，活水淹灌、細水長流是最好的灌溉方式。對於粘質的一般鹽土，也可採用活水灌溉。

### (三) 淤灌的作用

淤灌是我國農民用來改良鹽碱土的有效措施之一。淤灌的好處很多，可以加厚土層，使地勢逐年抬高，相對地加深排水溝和降低礦化地下水位。這在低窪的、排水出路不良的鹽土地區具有很大的意義。寧夏灌區歷史上的“激清澄混”，明顯地改良了地形條件，與古老渠道垂直的方向形成了階梯式的下降，在深為1—2米的淤積土層以下，往往可以發現湖沼沉積物，說明淤灌使低窪鹽漬湖沼的地勢抬高了，改良了當地的土壤條件，並使多數土壤變好。甘肅省敦煌縣境綏州的農田，田面往往高出路面1米左右，形成舌狀，這也與灌溉水中泥砂沉積有關。淤灌土層還可以使田面水的碱度及含鹽量降低。根據北京水利土壤改良研究所1958年在河南引黃的觀測，淤灌的稻田，田表水無酚酞反應。各種鹽類數量都比未淤灌的減少（表3）。白鹽土種稻成功，淤灌是不可忽視的重要因素。淤灌土層增厚的程度，超過了毛管上升的極限時，土壤上層鹽漬化便會終止；淤灌土層與厚土層質地之間有顯著的差異時，具有切斷或妨礙毛管上升的作用。因此，旱作時，返鹽速度降低。此外，淤灌還有增加土壤養分，促進水稻生長，改變土壤機械、物理性質、礦物組成等

表3 河南引黃灌區淤灌與未淤灌稻田明水的水質情況(連測)

土 壤	灌溉	酚酞 反應	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl	SO <sub>4</sub>
苏打鹽漬化	淤灌	无	0.04	0.04	0.04	—
苏打鹽漬化	未淤灌	强	0.16	0.02	0.10	0.13

等良好的作用。

淤灌最好在泡田洗鹽及分蘖期以后进行。

总之,在有排水条件下,种稻結合淤灌,簡單易行,不仅可加速土壤改良的过程,改变当地的土壤改良条件,而且当年当时显效。

### 三、土壤脫鹽与地下水淡化

#### (一)土壤脫鹽和地下水淡化的效果

在一定的排鹼条件下,各种类型的鹽漬土通过种稻,鹽分含量显著下降(表4)。

表4 主要鹽漬土种稻前后土壤鹽分的变化

鹽 漬 土 类 型		原始含鹽量	种稻后含鹽量	脫 鹽 率 (%)	种稻年限
Cl 鹽土 (河北)	土壤	1.0—3.0(%)	0.3(%)	70—90	2年左右
	地下水	10(克/升)	1—3(克/升)	90—70	
SO <sub>4</sub> -Cl 鹽土 (宁夏)	土壤	1.16(%)	0.18(%)	84.4	1年
	地下水	0.65(%)	0.17(%)	73.8	
Cl-SO <sub>4</sub> 鹽土 (新疆)	土壤	11.8(克/升)	6.97(克/升)	-40.9	1年
	土壤	1.93(%)	0.83(%)	-54.2	
	地下水	1.91(%)	0.24(%)	-27.4	
	地下水	缺			2年

由表4可見,無論是Cl鹽土或Cl-SO<sub>4</sub>鹽土,种稻1—2年后,土壤的脫鹽率从54.2—90%,大都在70%以上。

#### (二)种稻洗鹽条件下硫酸鹽类的淋洗

一般易溶鹽中,硫酸鹽的溶解度小,并与温度密切相关。在冲洗改良Cl-SO<sub>4</sub>鹽土时,脫鹽的效果往往不佳,如1956—57年,河南引黄灌区对Cl-SO<sub>4</sub>鹽土进行了春洗和秋洗試驗,脫SO<sub>4</sub>率为20.5—51.2%,全試区平均为40.1%。然而在种稻洗鹽条件下,硫酸鹽的洗出率显著增加了,例如新疆烏魯木齐星火集体农庄的Cl-SO<sub>4</sub>鹽土,种稻一年后,土壤脫SO<sub>4</sub>为77.9%,种稻2年后达93.1%。这是由于水稻生長淹灌期間正值全年温度最高的季节,SO<sub>4</sub>的溶解度由于温度的升高而增加之故。因此,种稻淹灌对改良硫酸鹽鹽土的意义也是重大的。

#### (三)土壤脫鹽及地下水淡化过程

根据群众的經驗,鹽碱土种稻是改良也是利用的过程,其中包括有二个阶段,即种稻洗鹽阶段和以后的水旱輪作阶段。群众往往在种稻洗鹽1—2年后便旱作;通过水旱輪作阶段,待土壤改良状况较为稳定后,便最后过渡到長期旱作。观测土壤脫鹽的过程,可以正确地掌握水旱輪作的時間。

鹽渍土栽培水稻1—2年后,至少能使0—1米土层以内的鹽分普遍而显著的下降(有夾粘及底土粘重土层者除外)。在鹽分普遍下降的基础上进行比较时,可以发现土壤上层的含鹽量比下层少,亦即上层的脫鹽程度大于下层,說明土壤的淡化过程开始于上层。在次年連續种稻的情况下,土壤鹽分的含量从表层开始繼續减少,同时脫鹽的深度也增加。在相同条件下,

土壤及母質的滲水性能愈强,淡化层的增長愈快,有时,地下水位以上的土层完全变淡。粘重而缺乏粒狀結構的土壤,淡化过程极緩。

在水旱輪作的情况下,旱作期間鹽分移动总的方向以上升为主,因此,旱作以后土壤剖面的鹽分会增加,这也是普遍的規律。旱作期間鹽分累积的速度与程度,与种稻洗鹽的程度,地方水位及矿化度,以及旱作期間的农業操作与灌水技术有关。在很多情况下,往往旱作兩年即开始表现出鹽分累积。若改种水稻,土壤則繼續脫鹽(图2)。因此,正确掌握水旱輪作年限,在实践上意义很大。

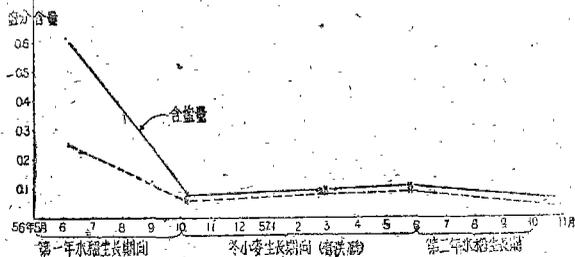


图2 水旱輪作条件下土壤淡化过程

河北省濱海有排水条件的鹽碱土地区,土壤隨着种稻利用時間的延長,含鹽量逐年减少。在良好的排作条件下,土壤向好的方向发展着,并成为肥沃的、熟化的农田。土壤脫鹽过程,以种稻1—2年最为显著,脫鹽率可达70—90%,种稻3—5年后,鹽分变化趋于平稳,土壤含鹽量变化緩慢(表5)。

种稻改良利用鹽土,土壤和地下水的脫鹽速度远超过其他的水利土壤改良措施。根据以上資料,种稻

表5. 河北濱海地土壤脫鹽與種稻利用年限的關係\*

	未種稻前	種稻1—2年後	3—5年後	60—80年	100年
土壤含鹽量(%) (1米土層)	1—3.7%	0.23—0.31	0.16—0.23	0.16—0.21	0.11
地下水礦化度(克/升)	10	1—1.5—4.1	1.2—1.5	0.83—1.0	<1.0

\* 根據水利部北京勘测設計院和中國科學院土壤隊大面積調查資料整理。

2—3年後，便可收到顯著的成效。因此在生產實踐中，抓住這個關鍵時期是非常重要的。

#### (四) 一些影響土壤脫鹽的因素

首先是地區的排水的條件。有的地方無排水種稻，在輕、中度鹽漬化、水源始終有保證的地方，可獲得收成（重鹽漬化會大量死亡），但土壤的鹽分僅是在種稻期間暫時壓至低層或地下水，總的鹽分沒有減少，種稻後返鹽迅速，使周圍農田土壤發生次生鹽漬化。因此，在無排水條件下（在地下水水位高，地下逕流滯緩或停滯的地區）種稻，土壤是不會脫鹽的，因此也不能輪種旱作。

此外，灌溉方式不同，對土壤脫鹽也有一定的影響。

土壤機械組成不同，滲水性也有差異，相同條件下土壤質地輕者，脫鹽效果好而快；土層中夾有粘層或底土粘重者，脫鹽困難。粘層出現愈高，土壤脫鹽愈差，並嚴重影響水稻的生長，如寧夏潮湖農場有的土層在20厘米左右出現粘土層，水稻苗期生長便受到抑制，死苗嚴重，粘層在50厘米出現，則中期受抑制。在種稻淋洗條件下土層中的鹽分沒有減少。這是因為粘層阻止了水分的下滲，土壤上層的鹽分難以排除，因而聚集在粘層中。

河南引黃水稻灌區也有類似的現象，凡土層中有夾粘層或緊實的砂層者，稻田表面水鹽分含量大，鹹度高，抑制水稻生長。

通過深耕，破壞粘土層；且深耕的同時，客輕質土壤或上下土層混合；都可以增加土壤的滲水性。粘層過厚過深一時不易深翻者，活水灌溉或頻繁的定期換水及淤灌是有好處的。

在某些情況下，特別是在鹽荒地開墾沖洗時，由於土層具有較大較多的根孔、虫穴或裂隙，致使灌溉沖洗水滲漏過速，鹽分未及充分溶解，因此影響土壤的脫鹽效果。此時，必須採取耕作措施，減少大孔隙，降低土壤透水性。

土地不平整，水層不均勻，露出水面的土壤，不但不能脫鹽，反而成為聚鹽中心。因此，高低處的土壤鹽分含量差異很大。

苏打鹽漬化土壤、碱化土壤以及白堊土的脫鹽，除

了有賴於正確的沖洗、灌（包括淤灌）、排措施外，施足夠的肥料——綠肥、廐肥等，化學改良劑（如 $\text{CaSO}_4$ ）等，以中和碱性，改變土壤膠體的組成和改善土壤的水分物理性質是極其重要的。一般經過種稻後土壤上層的鹽類減少，鈉膠體及碱度降低，土壤的滲透性也能有所改善。

總之，土壤脫鹽的效果，首先決定於地區的自然和人工排水條件；同時，也受地形、土壤的機械組成、土地平整程度、地下水逕流條件以及利用情況、農業技術措施等因素的影響，所以在注意灌排措施的同時，對其他因素的控制與改善也是相當重要的。

## 青苔製出胡敏酸

四川省蒼山縣科學研究所新店化肥研究小組同志們在大糞積料運動中刻苦鑽研，到處尋找，終於找到了一種肥源廣、肥效高的青苔製成了高級肥——胡敏酸，經實驗證明，含胡敏酸20.89%，是目前胡敏酸中較高的含量。

它的製法是：把水田或捻塘里的青苔撈起來，洗去泥沙，用十分之四的氫氧化鈉溶液8斤，加青苔2斤，把氫氧化鈉溶液和青苔倒入鍋內煮沸（30—40分鐘），進行過濾，并用1%的硫酸溶液（波美50度）2斤放入已過濾的清液內看有無沉淀，如有沉淀，再用硫酸溶液澄清，用吸管吸去上面的酸水，滲入冷開水沖洗3—4次，呈無酸根反應，即成了胡敏酸。再將製成的胡敏酸用篩子裝好，篩子頂上用細布一塊將糠壳壓倒在布上，用手壓緊，吸去水分，即成深棕色的膠狀物，揉干或晒干後，用純胡敏酸3錢，加十分之八的氫氧化鈉溶液2斤，即成胡敏酸鹽。

每斤胡敏酸鹽可見清水15,000—20,000斤（按胡敏酸1%的含量計算）。它最適宜於施在小麥、水稻、玉米、高粱、甘蔗、紅薯、洋芋以及棉花、油菜、麻類、烟草等農作物上，同時還適用於酸碱度在6.5—7.5之間微酸和微碱的土壤。這種肥料製造方便，含肥量高，是一種好肥料。

（何有守）