

內蒙古自治區 后套平原土地資源及其利用改良

中国科学院內蒙宁夏綜合考察队

1964年4月

目 录

前言

一、后套平原的土壤改良条件

1. 地貌及沉积物
2. 水文地理及地表水水化学特点
3. 水文地质条件
4. 土壤条件

二、土地资源的評價与面积統計

1. 土地资源評價的原則及其考虑的因素
2. 土地资源評級方案
3. 土地资源面积的統計

三、宜农荒地资源的开垦

1. 荒地资源的分布
2. 荒地资源开发潜力的估算
3. 荒地的开垦方式及順序

四、土壤盐渍化的防治

1. 灌区土壤盐渍化的現状
2. 引起土壤次生盐渍化迅速发展的若干技术因素
3. 防治土壤次生盐渍化的途徑

結 語

目 录

前言

一、后套平原的土壤改良条件

1. 地貌及沉积物
2. 水文地理及地表水水化学特点
3. 水文地质条件
4. 土壤条件

二、土地资源的评价与面积统计

1. 土地资源评价的原则及其考虑的因素
2. 土地资源评级方案
3. 土地资源面积的统计

三、宜农荒地资源的开垦

1. 荒地资源的分布
2. 荒地资源开发潜力的估算
3. 荒地的开垦方式及顺序

四、土壤盐渍化的防治

1. 灌区土壤盐渍化的现状
2. 引起土壤次生盐渍化迅速发展的若干技术因素
3. 防治土壤次生盐渍化的途径

結 語

后套平原的土地资源及其利用改良 前言

后套平原位于黄河中游，西起阿拉善沙漠，东至烏梁素海，南临鄂尔多斯高原，北依山，总面积約达8000余平方公里，是內蒙古自治区西部重要的农业区。

解放后，在党和政府的领导下，后套平原农业生产的发展极为迅速，耕地面积比1949年增加了50—70万亩，粮食单产也由每亩平均100斤左右而提高到150斤以上，在正常的年景下，每年可向外区提供四亿多斤的商品粮，但近几年来，由于土壤次生盐渍化的发展，給农业生产带来了一些不利的影响，造成耕地面积有所減縮，粮食的产量也不够稳定。

为了探討后套平原农业发展的潜力，和粮增产的途径，我們从土壤专业的角度对于平原土壤改良条件的特点和土地资源的开发利用以及盐渍土的改良等问题进行了为期50多天的考察研究。

本报告是在考察中所获得的資料的基础上，綜合自治区有关部門和試驗站的研究成果編写而成的。因時間和人力有限，报告中提出的一些問題尚缺乏深入系統的分析，有待进一步补充和修改。

一、灌区的土壤改良条件

內蒙古后套平原灌区，处于半封閉的地形地質背景。地势平坦，土层很厚。气候属于荒漠草原向荒漠过渡地带，水热条件不平衡。年降水量150~250毫米，蒸发量为降水量的10—15倍。但是十大干渠横貫該平原，构成了良好的灌溉渠道网，历来並沒有因缺水而影响农牧业生产。只是近几年来經營管理措施不当，使水盐运动失去平衡，致使土壤改良状况日益恶化。为了正确地评价后套的土地资源和因地制宜的合理利用土地，必須摸清平原土壤改良条件的特点。

1. 地貌与沉积物：从地質发育上看，河套灌区后套平原为一断陷性沉降盆地。它开始于侏罗紀末，第三紀时該平原仍然繼續下降，同时接受了大量的堆积和冲积物。第四紀以来，狼山繼續上升，鄂尔多斯台地相对稳定，但該区仍然强烈下陷，並堆积了巨厚的沉积物，根据已有資料看，白堊紀至第四紀沉积物厚达4500米左右，而第四紀沉积物的厚度也在1000米以上。可見沉积物的特点是十分复杂的。

从物质沉积的过程上看，在第四紀的初期（下更新世），盆地的边缘断裂下陷，使湖水面积向外扩散，而形成了以抗錦后旗（太阳庙）和五原一带的两个中心，同时四周洪水汇聚，这时是以湖积和洪积为主（中更新世）。随着湖水的变移，則沉积物的分布也出現了一定的规律性。每当湖水变浅时，沉积物是以砾石和砂为主，反之湖水加深时，則以质地較粘重的淤泥为主。根据沉积物这一相变的规律，可知在沉积的过程中約有两次湖水的变移（有砾石、砂和淤泥各两层）。此外，由于受洪水影响，則由湖的边缘向湖心，沉积物的变化规律是由粗逐步变細。

到上更新世时期为連續沉积，是以洪积相（盆地边缘）为主。此时盆地緩慢上升，原湖盆边缘被水流沿断裂带逆源侵蚀而形成。所以黄河在后套之沉积物是从全新世开始。本来黄河原位是以烏拉河——烏加河为干流的，由于黄河带有大量泥沙，河床逐步淤积而升高，同时狼山上升，这就为黄河向南改道奠定了基础。在清道光以前，三盛公至狼山麓一带，由于陸續开垦，将自然植被破坏，因而起沙，並迅速抬高河床。卒于道光年間将烏拉河与烏加河間一段河道埋断，使古老黄河改走現今的南河，在改道的过程中，形成大小不等的許多牛軛湖。黄河自古以来含泥沙（通过六盘山以后）量就重，后套地段平均为 1.98% 。这些泥沙由于体輕不一，在漂流的过程中，自然的进行了分选，重者首先沉积下来，多分布于后套平原西部和干流的附近；輕者沉积在后套平原的东部和干流之間較低洼的地方，故形成了从西至东沉积物质逐步由粗变細的規律。可見黄河冲积物是现代后套平原的地表組成的基本物质。水中的盐分依各种盐类的溶介度的不同，也依此規律沉积下来。同时我們还应当指出，在近几十年（或近百年）来，在十大干渠形成的过程中以及形成之后，由于历年引水灌溉，也造成了現在上层土质地分布規律（由南至北逐步变細），而土壤含盐量也由少到多。所以后套平原沉积物总的分布規律是与現在的地形大体一致，即除了狼山山前傾斜平原之外，由西南向东北沉积物逐步由粗变細。根据現有淺鉆孔可以說明地表5米以內沉积岩性，即在西南部是以粉沙和砂壤为主，局部夹 1.5 米左右的粘土，而在东北部是以砂壤土和中壤或重壤为主，粉砂次之，粘土夹层多出現，其厚度达 $2-3$ 米。

上述沉积物的特点可知后套平原地区的第四紀沉积物是相当厚的，而

且各个地方土壤質地並非相同，只有掌握这些特点和規律，才能有效的改良土壤，合理的利用土地。

2 水文地理及地表水水化学特点

后套平原灌区处于黄河中游左岸的渡口堂至西山咀一段，此段从三盛公折入后套，河床寬度逐漸展成2-3公里，水深平均3米左右。年过境水量平均为277.7亿立方米（渡口堂多年实测）。河道极为不稳定，蛇摆幅度在5-8公里，威胁两岸的农业生产，故有破河之称。

北部狼山山前分布着由北而来的27条水流注入烏加河，其年逕流量为1.1亿立方米，再經烏梁素海入黄河（量不大）。

在上述两河之間有广大的耕田和草場，随着生产的发展，在百年內先后建成塔布河，楊家河和黄济渠等十大干渠。由西南流向东北分布于整个后套平原，並与干渠以下的各級渠道构成了灌溉渠道网，供农牧业生产之用。但是这些渠道毕竟是在私有的基础上建立起来的，所以十大干渠各自从黄河引水，有时还仍然出現旱澇災害。自大跃进，三盛公樞紐工程建成后，改由总干渠（二黄河）引水，改变了多口无坝自流引水的被动局面。十大干渠由于所处的位置和供水灌溉面积的不同，則长短不一，最长者101公里（丰济渠），最短者47公里（塔布渠），一般在60公里左右。其总长为689公里，每年引水总量在35亿-40亿立方米左右。这些水量除了少部分由地下逕流而去之外，其余全部依靠蒸騰和蒸发消失于灌区的平原內，因此每年随水而来的盐分基本上都累积在平原內。根据1963年洪水期的灌溉水质（0.25克/升）計算，每年可引入盐量为87-100万吨，減去地下水逕流来盐量与逕流去盐量之差3-64万吨。

每年在灌区内积盐量约为85-97万吨左右，平均每年每亩地的土壤和地下水中增加85公斤左右。这是相当可观的。不过这些盐分并不是均匀的分布在每块耕地内，一般说来荒地多于耕地。从一个灌域看，都是大渠道上游盐分少，下游盐分多，从整个灌区看是西部少东部多。这使我们不难理解，各干渠或河流的水在运行中随着蒸发而逐步浓缩所造成的。实际证明：平原西部杨家河上游（头道桥）为256毫克/升，下游（刘头258毫/升）；中游的丰济渠上游（天吉太桥）为280毫克/升，中下游（五分子桥）为1106毫克/升；东部长盛渠为380毫克/升。乌加河上游（东升庙以南）为282毫克/升；中游（五原以北）为336毫克/升；下游（乌海农场）为1098毫克/升。可见从一条河流看，上游矿化度低，下游矿化度高，从整个灌区看，东部河流（或者干渠）的矿化度大于西部河流（或者干渠）的矿化度，历年用此水灌溉自然会直接影响到地下水和土壤。

从盐分组成看，依然是随着水的运行过程中蒸发浓缩而发生变化。如杨家河头道桥至二道桥为 CaCO_3 和 Na_2CO_3 （2.50毫克当量/升左右）而在三道桥以北为 CaCO_3 ；丰济渠天吉太桥段为 CaCO_3 和 MgCO_3 （280毫克当量/升左右），而到五分子桥段却为 NaHCO_3 和 Na_2SO_4 （1000毫克当量/升）；乌加河上游为 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ， $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ 和 NaHCO_3 （280-320毫克当量/升），下游为 NaCl （1000毫克当量/升）。

从上述的讨论中我们可以得出这样一个结论，后套灌区的地表水其化学类型绝大部分为碳酸盐，其次是硫酸盐，只有在灌区内的低洼处海子和

东部的烏素梁海內为氯化物。一般說来。矿化度低时（200-350 毫克/升），为碳酸盐类型，在650-1100（或更高）毫克/升时为氯化物类型。可見蒸发濃縮灌溉水的化学类型由碳酸盐經硫酸盐变为氯化物。

从农业灌溉用水的要求*来看；水质是好的，水量是丰的，因此在后套平原灌区，只要在現有的基础上全面规划合理用水，在此地发展农业的潜力还是很大的。但是，目前总干渠以下，仍沿用旧有的渠系。由于旧渠布置紊乱，工程設施簡陋，管理不便，岁修工程大，滲漏严重，干渠利用系数只有40-45%。可見水在运行的过程中水量的損失，除了少部分的蒸发之外，絕大部份补給了地下水（或者退洩到灌区内低洼的海子內）。这样也就給盐漬土改良的工作上带来了困难。

3 地下水特点；本区地下水的特点很大程度决定于地表水（特別是灌溉水）的状况。从地下水的补給来源看，除了少部分地区受山区水，承压水补給之外，絕大部分是由灌溉水，黄河水和雨水补給的。經粗略估算，每年灌渠系补給約10亿立方米，黄河补給后套灌区6亿立方米左右，降水补給量約为1.6亿立方米，共計約18亿立方米左右。由于地形平坦，处于半封閉的地形地質背景，沉积物巨厚而又較細，造成后套灌区平原逕流排洩困难，每逢降水或灌溉都直接影响地下水位的上升（主要是小于3米的）。地下水位上升幅度1.5-2.0米。根据五原县辛家圪旦土壤改良試驗站两年（1961-1962年）观测証明：地下水位在一年的

*根据卡芦布兰（摩洛哥）农业化学实驗室所採用的水矿化度分級表
0.5克/升以下的水适于灌溉任何作物。

循环中，以9 - 11月秋灌或洗盐期间地下水的埋藏深度为最浅（可达0.5米），2 - 3月为最深（田间用水的前夕），4 - 8月是逐步上升的过程，12月至第二年2月是下降的过程（秋冬灌后），可见灌区的地下水位随着引水灌溉和停水而上升和下降。加之渠道水的渗漏就更加严重了。一般说来，干渠渠系利用系数只有40 - 45%，可见大部分水量除了少部蒸发外，绝大部分补给地下水。故距渠道不同的耕地内，地下水位也有所差异。根据调查证明：在距总干渠1 - 3公里以内的耕地，可直接接受渠道水位地控制，其变化幅度为0.5米左右，在同一个时间内，距离不同其地下水位也是不同的，如与黄济渠相距50米处地下水1.4米，100米处地下水位1.7米，200米处地下水位2.0米。可见距渠道越近，地下水位也就越浅。不难理解，在正个后套灌区地下水的补给直接受到十大干渠引水和灌溉洗盐水的影响。

地下水的流向，一般说来与地形大体一致，即在正个灌区内，自西南向东北，但是到乌海及乌海以北地区时，却折向南而入黄河，不过由于地下水位纵坡降小（1:4000 - 1:7500），而排出之数量很小（每年只有2亿立方米左右），主要还是靠着蒸发而取得平衡。

地下水蒸发的强弱与地下水的埋藏深度有直接关系，一般说来，在同样的气候条件下，随着地下水位变浅，则蒸发量增大，盐分的累积也就越强。

后套灌区地下水的埋藏深度之分布规律，与灌溉渠道，灌溉，湖泊和地形等方面有着密切的关系。一般说来距渠道和湖泊近的以及地势较低洼之地区，地下水的埋藏深度为浅（0.1 - 0.5米），远者却反之

(2-3-5米)。

上述这些现象，无论是在耕地，荒地，撩荒地，还是居民点均可证明这一规律。

根据调查资料证明；在居民点地下水埋藏深度为最深（平均达2米）——地形较高；在荒地和撩荒地上次之（平均1.5米）；在耕地上为最浅（平均1.30米）。这也同样证明了，由于灌溉和地形影响了地下水的埋藏深度。

从整个灌区总的看来，一般的说除了靠近河或渠道，湖泊地区地下水位小于1米和局部地区大于3米之外，其余绝大部分地区为1-2（或2.5米）。

地下水的矿化度和盐分组成与地下水位、水文特点和地形部位等因素都有密切的关系。事实证明，在居民点上，西部为0.87克/升，东部为1.87克/升，二者相差一倍多，均为 HCO_3' 盐类；在盐荒地上，西部为5.93克/升，东部为66.38克/升，相差10倍以上，但均以氯化物为主。在耕地上西部为1.91克/升，东部为3.33克/升，相差0.67倍，前者以 SO_4'' - Cl' 为主，后都以 Cl' 化物为主。

从上述数据可以看出，无论是在居民点迳耕地或者是盐荒地上，东部地下水矿化度均大于西部，最明显地是盐荒地上，其次是在居民点上。地下水的盐类组成和矿化度的变化与地表水的化学特点亦为吻合。矿化物变低者多以 HCO_3' ，或者是 HCO_3' - SO_4'' 为主，主要分布在居民点和部分耕地中。矿化度高者多以氯化物和 SO_4'' - Cl' 盐为主，主要分布在盐荒地上，其次是耕地上。

可見這完全符合于地下水鹽類的演變地規律的，即由 HCO_3 鹽經 SO_4 鹽到 氯化物。從發展階段上看，居民點（井水）和大部分耕地為初級階段，鹽土荒地為最後一個階段。至於它們的發展方向如何，則取決於它在整個灌區內所處的位置和人為引水灌溉等因素的影響，根據內蒙古自治區地質局水文地質觀測總站的資料，部分地區礦化度下降，其幅度約 $0.5 - 1$ 克/升，主要在西部的含鹽量高的梅令廟，錦秀堂等地，而在灌區的北部烏加河兩岸以及灌區的中部和東部却有所上升，幅度為 $0.1 - 3$ 克/升，其鹽分組成也隨着礦化度的降低和上升分別向 HCO_3 鹽和氯化物方向發展。故在這樣的水文地質條件下，直接或間接的決定了土壤的含鹽量和鹽組成。

4 土壤条件

后套平原的土壤如同其他半荒漠带内泛滥平原的土壤一样。作为土壤形成的主要过程有沼泽化、草甸化、盐渍化以及荒漠化等；但稍有不同的是这里土壤草甸化过程和盐渍化过程表现的更为强烈。因此，在平原内除狼山山前洪积扇上有自成土—棕色荒漠草原土的发育外；广大的泛滥平原则完全被水成土和半水成土所占据，其包括的土壤类型有：沼泽土、草甸土、吐加依土、盐土、苏打碱土、龟裂型土及灌溉土壤。

各种土壤类型所佔的面积如表(表-1)它们的分布及土壤改良性状概述于下：

沼泽土：主要分布在平原东部积水窪地的边缘，特别是集中在烏梁素海的西岸。土壤盐分含量都不超过1%，表层腐殖质的含量可达3%，个别地方尚有泥炭层存在。这种土壤的地下水位通常离地表很近，且地面常有季节性的积水现象发生，所以开垦时需采取防涝疏干的措施。

草甸土：分布在黄河的河漫滩和超河漫滩上，也有少部分零星分布在烏加河的沿岸和农区内，土壤均具有不同程度的盐渍化，表层盐分含量在0.6—1.0%之间，地表往往出现有白色的盐霜（含有苏打）和厚度在0.2—0.3公分的盐结皮。生草化的表层及腐殖质层的厚度达20—30公分、腐殖质的含量为0.9—1.5%，高者可达3.0%左右。这种土壤肥力较高，开垦时只需采取简单的洗措施，是平原中质量最好的荒地。

吐加依土：係指发育在紅柳林下的土壤，仅分布在黄河高河漫滩地上，面积小而分散，且常与草甸土组成复区。其特点是生草化的表层不很明显，腐殖质的含量达0.7—1.0%；土壤含盐量低，一般不超过0.5%。

在开垦利用上它与草甸土相似，唯不需採用专门性的洗盐措施。

盐土：这是平原中分布最为广泛的一种土壤类型，除黄河低水位河漫滩和狼山山前洪积扇外，几乎在中、小地形不同部位上都有它的分布。但比较集中的的是在平原的东部和烏加河的南北两岸。其形成与高水位和高矿化度的地下水有关；然而，在土壤的积盐强度上则取决于土壤的质地和土层的结构关系。根据野外的观察，当地下水位在 $2.0 - 2.5$ 米以内，矿化度大于 1 克/升，若土壤质地比较轻（轻壤或沙壤土）而又没有粘土夹层存在的时候，便足以引起土壤的积盐而形成盐土。从其发生阶段和改良利用特点来看，盐土可以进一步划分为：草甸盐土、典型盐土、沼泽盐土和次生盐土等亚类。它们共同性的特征是：土体内易溶性盐分含量最高的层次都集中在剖面上部 $10 - 15 - 20$ 公分，并由表层向下盐分的含量逐渐减少。在积盐最为严重之处，地表有时也可形成较厚的盐结壳（厚度达 $4 - 5$ 公分或更大），在结壳中盐分含量高达 $8 - 13\%$ 。但在一般的情况下，土壤盐分多在 $2 - 5\%$ （ $0 - 30$ 公分土层平均）。易溶性盐类的组成以氯化物为主，硫酸盐次之，重碳酸盐（苏打）仅在个别的场合占有较大的比重，因此盐分的类型主要为硫酸盐—氯化物，也有硫酸盐—苏打。在难溶性的盐类中， $CaCO_3$ 的含量约在 $6 - 14\%$ 之间； $CaSO_4$ 的含量多在 0.1% 以下甚或不含。盐土中腐殖质的含量很高，可达 $1.0 - 1.3\%$ ，腐殖质的剖面清楚且厚度较大（达 $15 - 25$ 公分），这显然是过去沼泽化和草甸化过程进行的结果。开垦盐土时必须采取复什的改良措施才能收到效果，尤为重要的是如何降低地下水位和淋走土壤中有害的盐类；但对不同类型的盐土在改良措施上也应有所区别，草甸盐土比之

后套平原土壤类型及水面、沙丘面积统计表

表 I - 1

项目	县(旗)(万亩)	杭锦后旗		临河县		五原县		烏拉特前旗		中后旗		合 计		备 註
		面积	占全旗的%	面积	占全县%	面积	占全县%	面 积	占全旗%	面积	占旗%	面积	占总面积%	
I 土壤形成物	非盐渍化灌溉耕作土	2.19	0.70	22.39	6.57	3.94	1.13	-	-	0.36	0.23	28.88	2.20	1 湖泊的面积未包括烏梁素海在内。 2 棕色荒漠草原土未统计全。
	盐渍化灌溉耕作土	147.37	51.00	187.95	55.17	171.09	48.93	83.36	48.51	20.40	12.42	610.17	46.39	
	盐土化草甸土													
	(少部分为吐加依土)	0.34	0.11	3.48	1.02	1.16	0.33	5.35	3.11	0.74	0.45	11.07	0.84	
	沼澤土	-	-	-	-	-	-	2.15	1.25	5.20	3.12	7.35	0.56	
	盐 土	92.47	32.25	89.49	26.27	143.15	40.94	70.79	41.20	84.40	51.33	480.30	36.52	
	苏打碱土	0.47	0.15	1.17	0.35	2.74	0.78	-	-	-	-	4.38	0.33	
	具有半固定沙													
	沙土包和龜裂型													
	土和荒漠化草甸土	21.69	7.44	17.66	5.18	16.29	4.66	6.86	3.99	22.12	13.45	84.62	6.43	
	棕色荒漠草原土	-	-	-	-	-	-	-	-	14.98	9.12	14.98	1.14	
II 非土壤形成物	合 计	264.53	91.65	322.14	94.56	338.37	96.77	168.51	98.06	148.20	90.12	1241.75	94.41	
	湖泊和积水地	9.76	3.38	2.02	0.59	2.00	0.57	-	-	13.25	8.06	27.03	2.06	
	流动沙丘	14.36	4.97	16.52	4.85	9.31	2.66	3.32	1.94	3.00	1.82	46.51	3.53	
	合 计	24.12	8.35	18.54	5.44	11.31	3.24	3.32	1.94	16.25	9.88	73.54	5.59	
	总 计	288.65	100.00	340.68	100.00	349.68	100.00	171.83	100.00	164.45	100.00	1315.29	100.00	

典型盐土和沼澤盐土在改良和利用上都比較容易，应优先垦殖。

苏打碱土：多呈斑块状分布在农区内，地形比較低平而有季节性地表水流过的地方，这种土壤很可能是由含有苏打的盐土經過脫盐作用而演化来的。其特点是易溶性盐分含量低，表层多在2%以下。但土壤碱度很高，PH值約在10.0左右，重碳酸盐(HCO_3^-)的含量每百克土可达6-7个毫克当量；代換性鈉占代換总量的60%以上。土壤的物理性质很_差，湿时泥濘，干时地面板結呈灰白色有裂紋，所以当地群众称之为“白土”。开垦利用这类土壤一般比較困难，在一定程度上需採取化学改良的措施，是平原中质量最差的荒地。

龜裂性土：主要分布在狼山山前平原洪积扇下部細土物质堆积之处，地面常有高大而密集的沙土包存在。典型的龜裂性土是发育在丘間的平坦低地上。地表有多角形的裂紋，但有时因复砂作用而使裂紋消失，表层呈片状結構，腐殖质的含量較低，土体中具有残余盐漬化的特征，易溶性盐分的含量达0.6-0.8%或更高。由于地面起伏不平，开垦时平地的工作量很大，故一般不适于农用，可作为牧场。

灌溉土壤：是平原中分布面积最大的土壤类型，大約从烏加河以南开始直至黄河边都有分布，一般不很連續，往往被盐土和草甸土所中断。灌溉土壤的前身大部分是属草甸土，也有少部分是起源于盐土。这些土壤經過人类长期灌溉——耕作活动的結果，易溶性盐类的含量虽已显著降低，但耕层大部分含盐量仍在0.3-0.6%之間，最高甚至可达1%以上；只有在少数的情况下，盐分的含量才低于0.3%。易溶性盐类的組成以氯化物和硫酸盐为主，表现出氯化物——硫酸盐和硫酸盐——氯化物盐漬化