

# 黃 河 流 域 土 壤 研 究

## 1. 華北平原土壤概況和改良途徑\*

熊 毅 席承藩

(中國科學院土壤隊、水利部北京勘測設計院土壤調查總隊、中國科學院土壤研究所)

黃河以北的華北平原，地處北緯  $36^{\circ}$ — $40^{\circ}$ ，東經  $114^{\circ}30'$ — $119^{\circ}$  間，北起燕山南麓，西止太行山東麓；東至渤海，南至黃河，略呈長方形，由西南緩緩傾向東北，總面積約十二萬平方公里。

華北平原的氣候由南向北漸趨乾旱，屬半乾旱性地帶，但沿海受海洋性氣候影響。年平均溫約  $15^{\circ}\text{C}$  左右，最高  $41.5^{\circ}\text{C}$ ，最低溫  $-17.0^{\circ}\text{C}$ ，極端年較差  $59^{\circ}\text{C}$ 。雨量稀少，年平均約 500 毫米左右，主要以暴雨形式集中在 6、7、8 月降下；蒸發量亦大，往往超過降水量數倍。

華北平原系由地壳褶皺下陷後為沖積物填充而成。根據鑽井記錄推測，沖積層厚度約在 700—1,300 米。底部極不平整，個別地區海灣雖接近山邊，後因沖積物不斷覆蓋而逐漸退却。沖積物主要系由北部和西部河流搬運而來。由北而南，主要河流有：灤河、永定河、滹沱河、滏陽河、漳河、衛河及黃河。各河流與其他小河交互形成幅度不等的沖積扇，其中以黃河沉積的規模最大而形成平原。黃河為地上河，由於歷次改道和漫流，致使華北平原地區的地形和母質的性質複雜萬端，對於土壤的生成發育影響甚大。

華北平原的地形大致可分為沖積扇、沖積平原及濱海平原三區。山麓階地及沖積扇多分佈從山坡和山地來的沖積物和洪積沖積物，一般坡度較大，排水情況良好。

沖積平原的地形大體平坦，自西南向東北微度傾斜，坡度一般在萬分之一左右。由於黃河及其他河流的泛濫和改道，致使地形微度起伏，沿河一帶形成微度高起的緩崗，河間形成窪地。在沖積扇與沖積平原之間又形成若干交接窪地如大陸澤、寧晉泊、白洋淀等。另外黃河曾有多次的決口和改道，縱橫交錯，致使歷次黃河改道之間，形成若干相對的碟形窪地。所以華北平原形成錯綜複雜的起伏地形，給排水造成困難。

濱海平原的地形低平，排水更為困難，再以海潮浸漬的影響，土壤鹽漬甚重。

洪積物和洪積沖積物的質地較粗，大行山山麓的洪積物及洪積沖積物多來自黃土

\* 中國科學院和水利部為了開發黃河水資源和發展灌溉農業，曾合作進行黃河流域土壤調查和研究的工作，前後參加工作的有五百餘人，包括野外調查、定位試驗研究、化驗和繪圖等工作，這是一個集體的勞動成果。

地區，質地較為均勻，多屬中壤土。燕山山麓的洪積物來自附近山地的風化物，質地不一致，可由砂土至中壤土。

河流沖積物可按其質地剖面大致分為四種：即砂質沖積物、壤質沖積物、粘質沖積物及夾膠泥的壤質沖積物。

華北平原內的地下水情況，大致可分為三大區。

山麓沖積扇的地下水為逕流通暢的重碳酸鹽水，地下水礦化度一般小於 1 克/升。

沖積平原中的地下水情況較為複雜，地下水埋藏深度和礦化度各地不一，較高地區的地下水礦化度約 1—2 克/升，低平地區地下水礦化度可達 2—5 克/升。

沖積平原南部的地勢較高，褐土化淺色草甸土的分佈面積較廣，地下水水質多屬重碳酸鹽氯化物水和氯化物重碳酸鹽水。地下水位多  $> 2.5$  米或在 1.5—2.5 米間，地下水礦化度多為 1—2 克/升，最高不超過 5 克/升。但是沖積平原的北部，情況大有不同，一般地勢低平，土壤多屬淺色草甸土、鹽漬淺色草甸土和鹽漬沼澤化淺色草甸土。地下水水質多屬氯化物硫酸鹽水及硫酸鹽氯化物水。地下水位多為 1.5—2.5 米或 1.5 米，地下水礦化度多為 2—5 克/升，最高可至 10 克/升。

窪地附近的地下水位一般都很高，約 1 米左右，礦化度則各地不一，交接窪地的地下水礦化度較低，約 1—5 克/升，濱海窪地的礦化度較高約 2—5 克/升，高者可達 10 克/升。

濱海平原的地下水多屬氯化物水，地下水位高，多  $< 1.5$  米，礦化度一般 10 克/升。

山麓階地及沖積扇分佈洪積物及洪積沖積物，地勢較高，排水通暢，大都形成褐土。沖積扇上部的褐土發育較佳，中下部因地勢較平緩而發生淺色草甸褐土。褐土經過灌溉或積水過多可演變為淺色草甸土或沼澤土。

沖積平原主要形成淺色草甸土，但在黃河故道自然堤和老沖積扇地區，地勢較高，地下水位較深，淺色草甸土有向褐土發展的趨勢，如因河流變遷或修築道路阻隔水流，或因灌溉種植水稻，淺色草甸土可向沼澤土發展。

湖泊附近或低窪地區大部形成沼澤化土壤，積水時間愈長，沼澤化作用愈強，蓄洪和種植水稻亦可加強土壤沼澤化作用。長期積水地區多形成沼澤土或淺色草甸沼澤土；季節性積水地區，多為沼澤化淺色草甸土；短期積水的土壤尚無顯著的沼澤化作用而形成淺色草甸土。沼澤土經人工挖溝排水或人工放淤，沼澤化作用可減輕或發生脫沼澤化作用而向淺色草甸土過渡；靠近沖積扇部分的交接窪地，因受淤澱而使地勢變高，部分沼澤土可向褐土發展。

鹽漬過程常與淺色草甸沼澤過程相伴發生。山麓階地和沖積扇褐土區不受鹽漬作用，濱海地區鹽漬程度較重，沿渤海灣百里左右的地區形成氯化物鹽土，距海愈近，鹽漬程度愈重。沖積扇平原中，南部鹽漬程度較輕，北部多斑狀鹽漬土分佈。鹽漬程度較重

的地區多在大中地形的低平地帶、小地形的高起處和積水大窪地的邊緣。自山麓下至海濱，土壤中氯化物含量逐漸增加。沖積平原中的鹽漬土以氯化物硫酸鹽類為主，向海濱逐漸過渡到硫酸鹽氯化物鹽漬土，在受海潮影響的地區，則以氯化物鹽漬土為主。自然堤和運河阻隔水流，地上河補給河床兩岸的地下水，都可增加土壤的鹽漬程度。部分灌區因無合理排水措施已有次生鹽漬化現象。但是也有部分鹽漬土因進行排水洗鹽，土壤逐向淺色草甸土發展。

根據華北平原的土壤水分物理性質研究結果，乾旱季節中的土壤自然含水量不足作物生長所需。華北平原土壤的水分物理性質受着土壤質地的影響，比重壤土粘的土壤，質地愈重，孔隙度、自然含水量、田間持水量、毛管持水量和飽和含水量都逐漸增加；比重壤土輕的土壤，質地愈輕，孔隙度及持水性能也隨着愈增，但至砂土情況轉變，土壤持水性大為降低。這可能是由於壤質土壤的物理特性、土壤顆粒的排列和結構情況影響土壤的持水性能。土壤最大分子持水量因質地的粘重而逐漸增大，根據自然含水量與最大分子持水量的比較，粘質土壤的有效水分比壤質有效的水分為低。

土壤的持水性能和地下水的關係也很密切。根據輕壤土的比較結果，山麓沖積扇的褐土，地下水位大於 3 米，1 米土體內的自然含水量約 14—18%，田間持水量約 20—22%；沖積平原中的淺色草甸土和褐土化淺色草甸土，地下水位 1.5—3.0 米，1 米土體內的自然含水量約 18—22%，田間持水量約 23—26%，濱海地區的淺色草甸鹽土，地下水位 1.5—3.0 米，1 米土體內的自然含水量約 22—28%，田間持水量 28—32%，這說明地下水位愈高，土壤含鹽量愈大，土壤持水性能愈大。

華北平原的土地利用亦有顯明的特點。種植作物以麥、棉、雜糧為主，雜糧之中又以玉米、穀子、大豆、高粱所佔比重最大。

黃河北岸至北緯 37° 左右的內陸地區，無霜期較長，約 230 日左右，年平均氣溫較高，多在 14°C 以上。降水量中等，年平均降水量為 500—600 毫米。土壤主要為淺色草甸土、褐土及褐土化淺色草甸土。農作制度以一年二作為主（小麥—玉米間作大豆），棉田則為一年一作制，複種指數約 160—170% 左右。

北緯 37° 以北至永定河以南的內陸地區，無霜期 210 日左右，年平均溫度 12—14°C；年降水量略低，約 500 毫米左右，對夏播作物的播種和生長有一定影響。土壤有內澇和鹽漬化的威脅，一般進行小麥、雜糧二年三作制，複種指數約 130—140%。西部褐土地區因無內澇及鹽漬化的威脅，並多井灌，除部分棉田一年一作外，大部耕地為一年二作。

永定河以北地區，無霜期較短，約 200 日左右，年平均溫度略低，大部在 12°C 以下，多為一年一作制，也有部分間作制，複種指數在 120% 以下。華北平原中的窪地和濱海地區多受積水或鹽漬的影響，農作生產很不穩定，亦多進行一年一作的農作制。

由目前的土地利用情況看來，北緯 37° 似為一年二作和二年三作的大致分界，這只

是目前農作制度的反映，不能作為遠景規劃的依據。北緯  $37^{\circ}$  以北，如經過水利土壤改良，排澇、排水和灌溉的問題解決後，是可以改變農作制度為一年二作。目前二年三作區內如廣利渠灌區和房涑涑灌區的灌溉土地已進行一年二作，即屬明證。

由於農民的種植習慣和沒有科學的農業規劃，也有一些土地利用不盡合理。華北平原中有廣大面積的輕壤質淺色草甸土，最宜植棉，畝產籽棉可 180 斤（折價 70 元），但格於習慣，有大部地區種植小麥、玉米，一年雖能兩作，但產糧只 270 斤（折價 23 元）。反過來說，粘質淺色草甸土適宜種植糧食作物，但由於習慣亦有植棉地區，望進行農業規劃時注意之（河北省曲周縣農場的試驗結果，輕壤質淺色草甸土畝產籽棉 360 斤，穀子 200 斤，粘質淺色草甸土畝產籽棉 120 斤、穀子 460 斤）。

總的說來，華北平原地形平坦，很適宜於機耕，土壤中富含礦物質營養成分，土壤質地又很合宜棉糧生產，當地農民又積累幾千年的豐富經驗，這是我國良好農業地區之一。但是目前農業生產的情況是產量不高且不穩定，糧食不能自給，還要輸入。限制華北平原農業生產的因素很多，有自然的因素，也有人為的因素，但是我們認為主要因素是春旱秋澇和土壤鹽漬化。

華北平原地區雨量稀少而分配不均，對農作物生長影響極大。春季的雨量只佔全年雨量 8—10%，同時春季溫度上升速而蒸發量大，再加以春季大風多，更增加春旱的嚴重。土壤質地以輕壤為主，既缺乏有機質，土壤結構性亦不佳，土壤蒸發大而毛管水上升便易，更增加土壤中缺乏水分而形成嚴重的春旱災禍，這不僅影響棉花的缺苗和減產，也影響小麥的生長和夏作的播種。另外由於缺乏水分，土壤潛在肥力也不能充分發揮。

由於降雨分配不均，暴雨多集中於夏季，再因河道上寬下窄，洪水難洩而多存積於平原中的低平地區，釀成秋澇災害。除湖泊外，地面積水情況可分三類：（1）長期積水地區多分佈於海濱窪地和交接窪地；（2）季節積水地區的積水時間約 2—4 個月，多分佈於交接窪地及河谷窪地，水稻田也屬於季節性積水地區；（3）短期積水即內澇，積水時期甚短，自 10 日至月餘，主要分佈在山麓窪地及泛濫平原窪地。粘質沉積物的碟形窪地則普遍有內澇的現象和威脅。有些地區農民因避免內澇災害種植早熟逃澇作物（春小麥）或耐澇作物（高粱），因此只能進行一年一作而不能進行一年二作或二年三作的農業制度，影響土地的複種指數。

土壤鹽漬化也是限制華北平原農業生產的條件。鹽漬嚴重地區多為荒廢，鹽漬較輕地區因未徹底的改善，農業耕作粗放，生產低落。根據我們初步研究結果，華北平原的作物耐鹽度較低，溶鹽含量大於 0.3%，棉花生長已受抑制，高粱、小麥及穀子在土壤溶鹽含量大於 0.13% 時，生長亦受抑制。華北平原的鹽漬土和地下水的礦化度及埋藏深度關係甚密，由於排水方面未得到足夠的重視，土壤受鹽漬化的危害尚未能徹底消

除。濱海地區鹽漬更較重，應先改良而後利用，目前有個別地區未經試驗研究和制定改良的方法而先事墾殖，已有許多失敗的教訓。

限制華北平原農業生產的三個主要條件是可以消除和治理的，我們了解了土壤的發展規律，便能遵循規律改造自然。從土壤發生方面來說，部分土壤是向好的方向發展，如沖積扇洪積物及洪積沖積物所發育的褐土，平原沖積物所形成的淺色草甸土，在地勢較高和地下水較深的地區，淺色草甸土正逐漸向褐土發展，湖泊地區因淤澱或挖溝排水，土壤已逐漸脫離沼澤化；濱海地區如不再受海潮影響而加強排水，可逐漸向脫鹽方向發展。他如沖洗排水也可減輕土壤鹽漬程度，山東打漁張灌區的試驗已有成效。

但是目前華北平原中仍有大部地區，排水不良，土壤發生沼澤和鹽漬過程或向這方向發展，這些情況可以經過排水措施和降低地下水位而得到改善。如能合理灌溉並結合需要進行排水，土壤中鹽分既可洗出，又可供給植物以足夠水分，春旱秋澇及土壤鹽漬化三大禍患，皆可克服，華北平原的土壤將更能充分發揮潛力而為生產服務。

但如進行大規模灌溉而無合理的排水措施，土壤不僅不能向好的方向發展，相反的還會更趨惡化。已受鹽漬化的地區，鹽漬程度更要加重；已受沼澤化的地區，沼澤化更要加重；分佈於緩崗及傾斜平地的壤質淺色草甸土和夾膠泥的壤質淺色草甸土有次生鹽漬化的威脅；分佈於碟形窪地的粘質淺色草甸土有次生沼澤化的威脅。因此，為了充分發揮華北平原土壤在農業生產上的作用，必須重視排水，進行灌溉。

綜合華北平原的自然情況，按各地區土壤的改良條件，將華北平原劃分 3 區、21 域、63 段和 135 塊。

同一區內的自然地理單元、土壤發生類型、地下水分帶和土壤改良措施等基本上是一致的。例如山麓沖積扇區包括山麓階地和沖積扇，土壤母質為第四紀洪積物及洪積沖積物，土壤類型大都為褐土，地下水礦化度低，水質為重碳酸鹽鈣質水，地面及地下排水通暢，灌溉後無鹽漬化的威脅，可不需進行任何措施即可灌溉。沖積平原區分佈河流沖積物，土壤以淺色草甸土為主，地下水位較高（1.5—4 米），地下水礦化度亦較高，部分地區土壤已發生鹽漬作用，次生鹽漬化的威脅很大，進行灌溉時必須結合排水措施。濱海平原區因直接或間接經受海潮的影響，土壤鹽漬程度甚重，地下水位和礦化度都很高，從事土地利用之前必須排水洗鹽，先進行土壤改良工作。

每一分區有一個總的自然情況和改良措施，但在同一區內，自然情況和改良措施未能盡同，例如中小地形的差異，土壤鹽漬程度的輕重，地下水位的深淺，地下水礦化度的高低，這些不同的自然條件都影響改良措施的不同。因此在區下分域，域下分段，更在段下細分為塊。這樣的分區對於進行土壤改良規劃，十分方便。

各地區的改良措施隨着綜合的自然情況不同而不同，現分別簡述於後：

山麓沖積扇上部的山地褐土或山地褐土性粗骨土地區，地勢陡峻而沖刷劇烈，不宜

大田農作，毋需灌溉，可種植果木並進行水土保持措施。沖積扇中下部的褐土地區，地面較為平整，微有割切，地下水水質好，可以利用，無次生鹽漬化威脅，可利用小河發展灌溉或進行抽水灌溉和井灌。在這種地區應針對情況修築水壩以攔洪蓄水，並在適當地區修整梯田，利用洪水淤灌。

沖積平原地區，面積廣闊，情況又較複雜，應按不同情況分別採取不同的改良措施。老沖積扇和緩崗上的褐土化淺色草甸土，地下水位大於 2.5 米，地下水礦化度低，如能進行合理灌溉，嚴格遵守灌溉制度，土壤不致產生次生鹽漬化。同時地下水亦可設法利用。微斜平地的壤質及夾膠泥壤質淺色草甸土，地下水位較高，約 1.5—2.5 米，地下水礦化度約 1—5 克/升，應按具體情況進行灌溉並在地下水位較高地區結合稀疏的排水措施。淺平低窪地帶的淺色草甸土，已有輕度的鹽化現象和分佈有斑狀鹽土，地下水位較高，約 1.5 米左右，個別地區有短期積水。因此，進行排水措施外，還要在個別地區排澇，應修主要排水幹溝，個別地區還需要修排水支溝。對於現有鹽漬土可修圍堤蓄水洗鹽並應進行農業技術措施，減輕鹽漬威脅。沖積扇尾端的交接窪地和沖積平原中的窪地，經常積水或每雨必澇，應修寬溝排水，適當地區可種植水稻，但在稻田附近要挖深排水溝。河道兩側或泛濫地區常有半固定和流動砂丘，應造林和種植果木固定砂丘，砂丘固定之後亦可種植作物，此等地區土壤肥力低弱，滲水性又大，從經濟效益來說，不值得灌溉。

濱海地區，土壤鹽漬程度甚重，雖有部分地區耕墾，但產量極低，應進行灌溉，沖洗鹽分，並須結合排水措施，可種植水稻，但水田四週要挖排水溝並須結合農業改良措施。此外，應從速進行土壤碱化的研究，考慮水旱輪作制度。濱海低平地區，地下水位小於 1.5 米，地下水礦化度較高，大於 10 克/升，須先排水並用積水進行沖洗，可多種植水稻。目前海潮浸漬地區，地下水逕流停滯，河北省濱海地區的土壤，質地粘而鹽分重，應先築堤防潮，長期洗鹽 1—3 年，並修密的排水溝，用抽水機或其他方法進行排水，可種植水稻。

華北平原的問題雖甚複雜，但有改良的可能，人事不昌可以糾正，自然不利可以克服。我們應當有信心來改造華北平原。但是困難是有的，目前華北平原中河道系統異常紊亂，各種質地的土壤交錯分佈，地形又起伏不平，自然排水亦甚困難。如欲佈置合理的灌溉和排水系統，必須考慮具體情況，進行整體規劃，並妥為設計。切勿枝節考慮，頭痛醫頭，腳痛醫腳，望關心和從事黃河流域開發的工作同志注意之。

**STUDIES ON THE SOILS OF YELLOW RIVER VALLEY**  
**1. GENERAL VIEWS OF THE SOILS AND THEIR**  
**AMELIORATION OF THE NORTH CHINA**  
**GREAT PLAIN**

(Summary)

**HSEUNG YI and HSI CHEN-FAN**

*(Soil Survey, Academia Sinica; Soil Survey, Ministry of Water Resources;  
Soil Institute, Academia Sinica)*

For the reconstruction and amelioration of the Yellow River Valley, a great extent of soil survey and soil research, especially on the North China Great Plain were carried out. The present paper deals with the general description of the region, the great soil groups, general characteristics of soils and their amelioration. The more detailed results will be further mentioned in the next manuscript.