

中国农业科学院华东农业研究所編

土壤肥料研究報告汇编

科学技术出版社

土壤肥料研究报告汇编

中國農業科学院華东農業研究所編

科学技術出版社

內 容 提 要

本書搜集了中國農業科學院華東農業研究所土壤系前几年的研究成果的一部分。內容包括土壤調查、土壤改良、土地利用區划、有機無機肥料、綠肥牧草、細菌肥料等方面的十篇文章。

這幾篇文章，雖然沒有包括華東農科所土壤系几年來的全部工作，特別是最近的工作，但也具有一定的代表性。可供農業研究工作者、農院校教學者及農場技術人員參考。

土 壤 肥 料 研 究 報 告 匯 編

編者：中國農業科學院華東農業研究所

*

科學技術出版社出版

(上海南京西路2004號)

上海市書刊出版業營業許可證出 079 號

中華書局上海廠印刷 新華書店上海發行所總經售

*

統一書號：16119·122

開本 850×1168 毫米 $1/32$ · 印張 9 $5/16$ · 插頁 2 · 字數 213,000

1958年7月第1版

1958年7月第1次印刷 · 印數 1-4,000

定價 (10) 1.60 元

土壤肥料研究报告汇编

总 目 录

I. 江苏滨海地区鹽漬土的研究	1
II. 淮北離河兩岸土壤的分布規律及其主要性狀	98
III. 淮河流域土壤改良利用分区方法概要	116
IV. 華陽河流域土壤的一般性狀和利用概況	125
V. 水稻生長期間土壤中銨态氮素及亞鉄的变化	154
VI. 磷灰土(石)粉堆肥肥效研究	163
VII. 利用城市垃圾制造有机、無机顆粒氮肥研究	180
VIII. 華东地区冬季綠肥作物的研究与調查	193
IX. 適宜于華东地区的几种多年生牧草的特性与適應性	249
X. 固氮菌剂应用于小麥及棉花的初步結果	272

I. 江苏濱海地区鹽漬土的研究

冷福田 趙守仁

目 錄

引言	1	(四) 棉田套作	60
一、鹽土發生过程及鹽漬特性 ...	3	(五) 地面平整	63
(一) 土壤發生的自然環境条件 ...	3	(六) 結語	67
(二) 土壤的發生过程及特性	10	三、苏北鹽土的利用和改良	68
(三) 环境因素对成土过程的影响 ..	14	(一) 概述	68
(四) 本区土壤碱化的問題	36	(二) 耕作地的改良	70
(五) 結語	44	(三) 重鹽地的改良	79
二、苏北鹽土的耕作	46	(四) 結語	92
(一) 概述	46	四、附錄	
(二) 鹽土的耕犁	49	(一) 參考資料	93
(三) 雨后松土	57	(二) 英文摘要	96

引 言

江苏濱海鹽漬土区, 位于江苏省的东部, 南起長江北岸, 北抵贛榆, 东濱黃海, 西至鹽河、串場河, 迄通揚运河一綫, 約当北緯 $31^{\circ}37' \sim 35^{\circ}$, 东經 $119^{\circ} \sim 122^{\circ}$, 面積約 2,100 平方公里, 为一受長江、淮河及黃河冲積而成的海灘平原; 由于海水的浸漬作用, 土壤中含有相当数量的可溶性鹽类, 随海势的逐渐东移, 在本区自然条件及人为因素的影响下, 目前西部及南部地区多已脫鹽, 如沿串場河一帶及东台以南、范公堤以东地区, 大部分已不屬鹽漬土壤的范畴, 業經開發利用, 成为以栽培粮食作物为主的農作区; 东部土壤含鹽仍高, 通称鹽垦区, 为本省主要棉花產地, 亦为大面積荒地分布的地区(附圖: 苏北濱海鹽漬土区范围示意图)。

关于本区土壤的研究工作, 在抗战以前, 即曾有过一些概略的

調查和零星的研究。解放以后,为大規模發展生產的需要,党和政府甚为重視本区土地資源的開發利用。1950年華东農業科学研究所(以下簡稱本所)曾和前地質研究所、土壤研究室(現为中國科学院土壤研究所)合作,進行过一次重点荒地分布地区的土壤調查;1951年本所协助苏北成立苏北鹽碱土研究室的專業研究機構(1952年底并入江苏省棉作試驗場),進行了一些初步的調查試驗工作;1953年始,本所又与省棉作試驗場及有关的大型國营農場(上海農場、淮海農場),組織苏北鹽垦棉区綜合工作組(以后簡稱綜合組),長期深入產区,進行調查研究農業生產技術。1955年結合淮河流域規劃工作,在淮委会的領導下,对本区域淮河流域部分,又組織進行了一次土壤調查;随着近几年來生產的發展,各大型國营農場的先后建立,对本区土壤方面的研究工作,亦日趨擴大。

几年來,随着祖國偉大的社会主义建設事業飛躍地向前發展,特別是随着農業社会主义改造,農業生產的战綫上,已湧現新的高潮,因此对農業科学技術的要求也日趨迫切。为了適应当前新的形勢和新的需要,茲將几年來有关本区土壤方面的資料,加以整理汇编而成此文,以供生產方面的參考。

本文主要的內容共分三部分:第一部分,重点在于闡明本区鹽漬土的發生規律;第二部分,主要介紹本区土壤耕作方面的一些經驗;第三部分,則系討論本区目前進行的主要土壤改良措施,从而說明本区鹽土改良上的一些特点和途徑。文中所应用的資料,絕大部分是本所与上述各有关單位合作的各項調查及試驗研究的成果,亦引用了一部分農場(上海農場、淮海農場、东辛農場)的測定資料,因此材料的來源,片段零星,涉及的范围也廣;而材料的內容則多为大田調查測定結果,深入細致的試驗研究成果不多。同时在調查的地区方面,資料多半系鹽垦棉区(發育于淮、黄冲積母質上的鹽渍土区)的結果,因此对問題的說明,尚不够全面。

最后,必須說明以上的工作是各方面同志集体劳动的結果,我

們僅多作了一些整理分析的工作；同时，还須要說明的是，在本文中所提出的一些問題的討論和論点，虽然几年來，作者一直是参加本区的鹽漬土研究工作，但限于自己的理論水平，在論証方面，必多錯誤。尚請有关方面的同志予以批評和指正。

一、鹽土發生过程及鹽漬特性

(一) 土壤發生的自然环境条件

1. 气候

本地区屬东南亚季風区域，南部受海洋的影响較为顯著，屬海洋性气候。北部接近華北平原，則兼大陸性气候。按竺可楨氏“中國气候分类”，本区域約以射陽河为界，河以南屬揚子江流域气候区，以北屬華北气候区，由于受海洋影响，气候溫湿多雨，年平均气温 $14.3 \sim 15.1^{\circ}\text{C}$ ，7、8 月分最高，年平均降水量 $700 \sim 950$ 毫米，射陽河以北，雨量較少，約 $700 \sim 800$ 毫米，以南較丰沛，約 $800 \sim 900$ 公厘，全年雨量分配，大多集中 6~8 月。全区蒸發量(指自由水面)約为降水量的 1.4~1.5 倍。霜期：一般初霜在 11 月下旬，終霜期在次年的 3 月中旬至 4 月下旬，全年無霜期約 200~230 日，与土壤發生过程有关的气候指标如表 I-1。

2. 地貌及成土母質分区

在地貌分区上屬苏北濱海冲積平原，为長江、淮河及黄河的冲積物，受海水岸流的作用，濱海沉積而成；整个地区地形平坦，地面真高，以廢黄河口为零点，一般約 2~5 米左右；高度变異不大，約为东高西低、南高北低，自东南向西北逐漸傾斜，南部真高約 4~5 米，迄斗龍港以北，地面真高即降至 2 米上下。再北接近廢黄河，地形又逐漸上升至 3~5 米，受黄河搬运沉積的影响，廢黄河河身淤高形成一自然之分水脊，逾廢黄河以北，地面真高又逐漸下降至 2 米上下。

表 I-1 江苏沿海地区气候指标统计

地 点	观测年分	平 均 气 温 °C				绝对最低温 (°C)	绝对最高温 (°C)	平 均 降 水 量			最 降 大 年 量 (毫 米)	附 注
		全 年	1 月	7 月	年 变 幅 (°C)			全 年	毫 米	占全年%		
南 通	1917~1936	14.7	1.6	26.9	25.3	-12.7	42.7	930	579.5	62.3	1524.6	根据 1954 年江苏 气象科整印“江 苏气象资料”
东 台	1924~1940	14.3	0.9	27.1	26.2	-13.7	41.0	910.9	559.5	61.5	1167.1	
鹽 城	1932~1935	15.4	1.4	29.2	29.8	-12.5	39.8	970.2	613.1	63.2	1543.9	
阜 寧	1934~1936	14.9	-0.2	28.5	28.7	—	—	781.6	499.4	63.7	1380.1	
灌 雲	1932~1935	15.1	0.8	29.2	28.4	-13.0	42.4	720.3	461.0	64.0	—	

根据冲積來源、沉積規律及地理分布的情况,自南向北本区域的成土母質約可分为以下六区:

(1) 長江冲積物濱海沉積区 自長江口以北,迄拼茶、通揚运河以南,为長江冲積物的沉積区域。沉積物的質地以砂質-砂壤質为主,淺黃灰-灰黃色,沉積層中常見貝壳类遺体及云母細粒,呈石灰反应。

(2) 江淮冲積物濱海沉積区 在地理上的分布,約自拼茶、通揚运河以北,迄王、竹港以南地区。沉積物的質地自砂質-砂壤質,質地層理变异不大,色淺棕灰-黃灰,呈石灰反应,2~3 米以下,即可見灰青色的細砂層。

(3) 淮黃冲積物濱海沉積区 分布于王、竹港以北,廢黃河口迄阜寧一綫以南地区。沉積物的質地多为輕-中壤質,質地層理間,常可見極薄的砂粘相間的沉積層,强石灰反应,灰棕-淺棕色,粉砂含量較高。

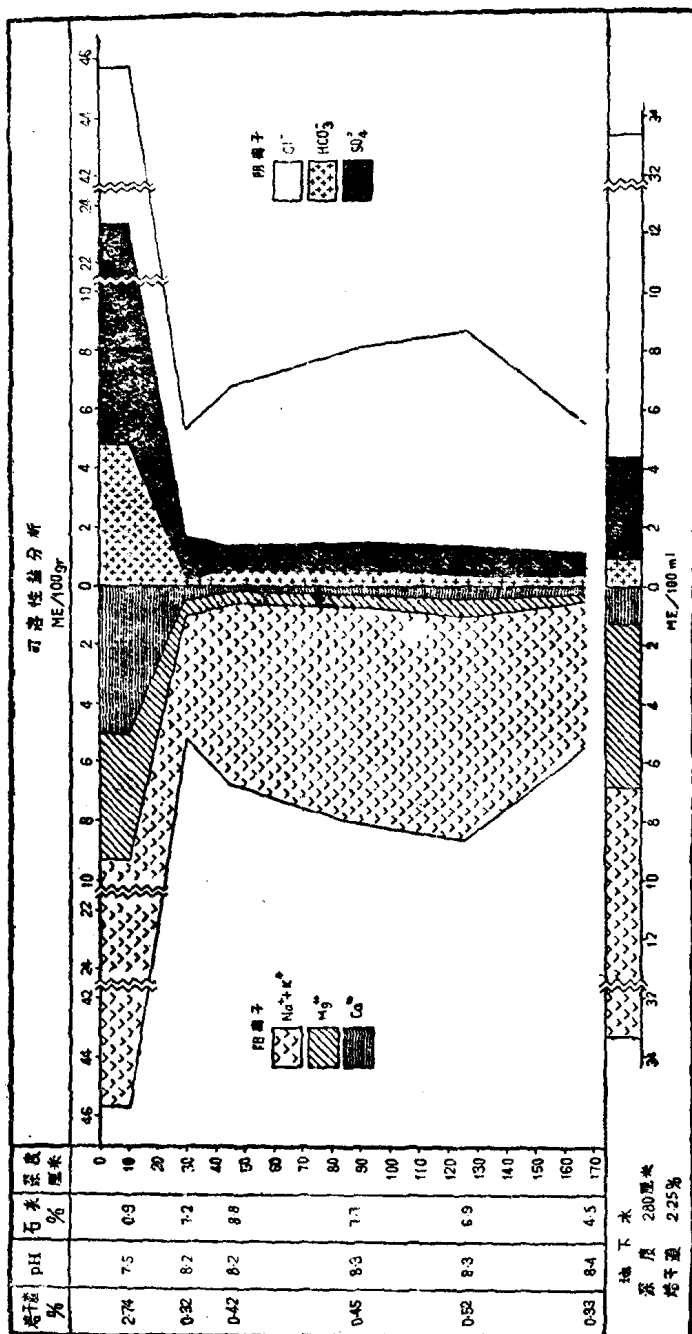
(4) 黄河冲積物沉積区 主要分布于廢黄河两岸地区。受黄河泛濫影响,沉積物的質地为砂土-粘土,变异極大,常見極致密坚实的粘土質的夾層及薄的砂粘間層,“黃土”性,呈强石灰反应,顏色以緋棕-淺棕色为主。

(5) 石灰性的湖相沉積物沉積区 主要分布于灌河以北地区。整个剖面,沉積均匀,質地粘重,棕-淺緋棕色,呈强石灰反应,冲積物來源,仍以黄河冲積物为主,可能兼受沂、沭河泛濫沉積物的影响。

(6) 無石灰性反应的湖相沉積物区 主要分布于鄰近串場河地区,分布面積不廣,主要特征为不呈石灰反应,質地为重壤-粘壤質,灰-滯灰青色;沉積物來源,可能为長江冲積。

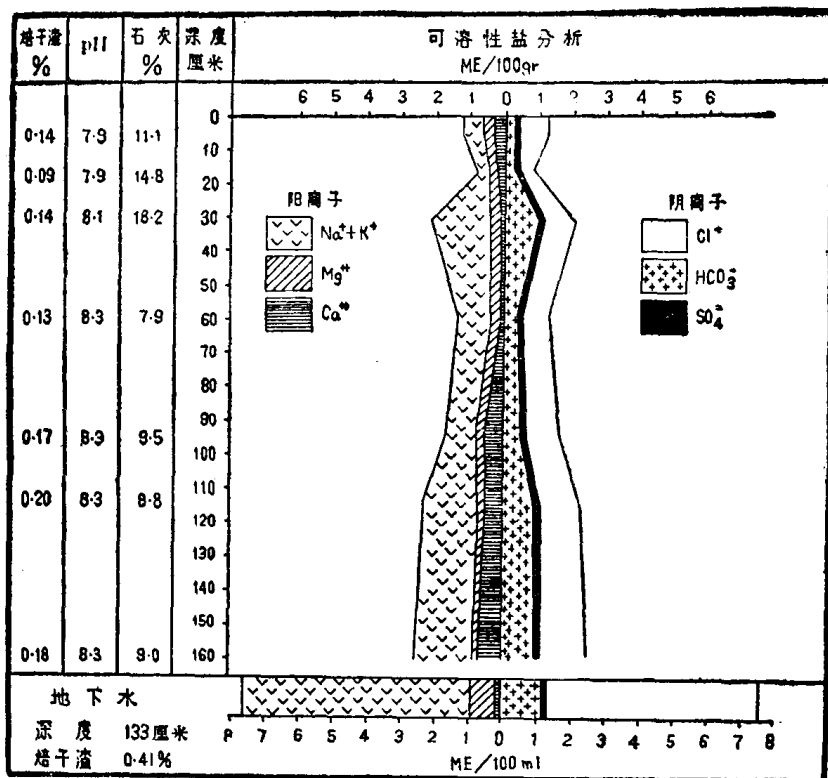
3. 水文及水文地質情况

注:关于本区域地質作用过程,尙屬一懸而未决的問題。据沿海土層鑽探資料,地面下 15~20 米上下,自南至北,均發現有灰黑色膠泥層及藍石、貝壳層等,在今日所見土層下,是否有更古老的埋藏土壤剖面,抑或即系普通的潟湖沉積遺迹,尙待進一步深入研究。



采土地点: 苏北东台縣鹽垦区王港(發育于江淮冲積物上深度鹽漬草甸鹽土; 分布于沼澤鹽地)

圖 I-1 苏北沿海鹽渍土鹽分剖面圖



采土地点：苏北滨海县五汛区蔡乡刘舍村(發育于黄淮冲積物輕度鹽漬草甸鹽土)

圖 I-3 苏北沿海鹽漬土鹽分剖面圖

本区域位于淮河下流,区域内主要自然排水河道,除串場河为南北向外,一般均为东西向分布,主要者如:拼茶、运河、斗龍、新洋諸港,以及射陽河、灌河、五圖河、燒香河等河道,除斗龍港、新洋港、射陽河較大外,一般有效逕流量均在100 立方米/秒以內,淺小易淤,雨季泄水不暢,常易成滯。以前,主要河道多無擋潮設備,常有海潮倒灌現象;根据河水水質分析結果,一般均含鹽,含鹽量随地区季節而变化,含鹽約在 0.1~3.0% 之間。

潮汐情况 斗龍港以南,潮水位可达 4.4 米(廢黃河口为零点),以北 3.2 米,如燕尾港曾达 3.9 米(最低时在零点下 2.03米),

無堤及堤防薄弱地段,仍存在有海潮登陸侵襲的危險。

潜水 潜水位的变化,随地形、区域排水条件及季節性而有所不同,旱季在1~3米以下,雨季可升至1~1.5米左右;个别内涝区,可达1米以内。礦化度,一般在0.2~2.0% (焙干殘渣%);化学屬性:为重碳酸-氯化物鈉鎂水及氯化物-硫酸鈉鎂水,随地区、土層鹽漬情况而异;根据分布于本区域洋井的鑽探資料,說明在此含鹽的潜水層下,尚有一淡水質的深層潜水層,約在地面下100~150米左右,此層潛水的水質分析如下:

表 I-2 苏北滨海地区井水分析結果

样号	采 样 地 点	采样日期	焙干殘渣%	含 Cl^- 量 毫克/升	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$ (毫克当 $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ 量比值)
1	大丰縣潘家鐵洋井	1955,6,25	—	92.7	—
2	大丰縣上海農場洋井	1955,7,13	0.11	461.5	3.3
3	濱海縣建設農場洋井	1955,8,3	0.17	631.9	4.2

4. 自然植被

由于本区域的自然环境条件,气候湿润多雨,地形低洼潮湿;同时,由于土層含鹽的关系,自然植物主要为耐湿耐鹽的草本植物,其分布随地形排水、鹽漬等項环境因素而变异,常見的植物有:

(1) 藜科 *Chenopodiaceae* 如碱蓬(*Suaeda glauca* Bge),鹽蒿(*Suaeda ussuriensis*), 胖蒿(或称海蓬子 *Salicornia herbacea* L.), 碱灰菜(*Chenopodium glaucum*)等。

(2) 菊科 *Compositae* 羊角菜(*Scorzonera mongolica* Var. *Dutjatse*), 臭蒿(*Artemisia scoparia*), 苦蕒菜(*Ixeris denticulata* Stebbins), 奇蒿(*Artemisia* Sp.), 剪子鼓(*Ixeris japonica* Nakai), 香蒿(*Artemisia capillaris* Thunb.) 蒲公英(*Taraxacum* Sp.)等。

(3) 禾本科 *Gramineae* 黄樟毛草(*Sporobolus virginicus* Kunth), 白樟毛草(假儉草, *Eremochloa ophiuroides* Hack), 蝦

鬚草(*Aeluropus littoralis* var. *sinensis*), 茅草(*Imperata cylindrica* L.), 蘆葦(*Phragmites karka* Trin), 稗草(*Echinochloa Crusgalli*), 野大麥(*Agropyron semicostatum* Nees) 等。

(4) 其他 如龍胆科(*Gentianaceae*)的蘭花草(*Gentiana* Sp.); 礞松科(*Plumbaginaceae*)的含鹽草(或称百花草 *Statice bicolor*), 莎草科(*Cyperaceae*)的三酸草(*Scirpus maritimus* var. *affinis*)等, 均为常見的自然植物。

(二) 土壤的發生过程及特性

1. 發生过程及分类概述

本区域的土壤, 發育于鹽漬性的冲積母質, 成土的年代不久, 一般土層無明顯的發育層次, 因發育于鹽漬性的冲積母質, 土層中含有相当数量氯化鈉为主的可溶性鹽类, 有別于一般冲積土; 而其鹽分來源, 因系直接受海水浸漬作用的結果, 故亦有別于一般的分布于大陸性气候区域的內陸性鹽漬土; 土層中除含有相当数量的可溶鹽外, 并有一定程度的碱性現象。在發生分类上, 屬鹽漬土类; 从土壤屬性及發生环境特点观察, 应为一新的亞类, 拟命名为“濱海草甸鹽土”亞类, 以区别于一般大陸性气候区域的草甸鹽土, 乃系一种發育于“溫帶濱海地区湿润的气候环境下的新的鹽漬土类型”。此处沿用“草甸鹽土”一詞, 其涵义乃在重点說明: 土壤是在一种地形較低窪, 潛水位較高的环境下生成的, 底土層有不同程度的潛育現象, 而土壤的發育和肥力積累的过程中, 草甸植物的作用为主導因素。

本区土壤的形成过程, 可分为以下两个階段: 第一階段为地質过程, 亦即水力搬运堆積过程。江河自上流挾帶大量泥沙, 冲洗入海, 受海水岸流作用的影响, 沿海沉積, 随沉積过程的繼續, 沉積層的逐漸加高增厚, 而露出海面成为陸地。因人为因素如海堤的修筑、河道的开掘, 或自然因素如“自然堤”的形成、海势的东遷等, 而

逐漸脫離海水的影響,隨受自然雨水的淋鹽作用,使沉積物表面的鹽分逐漸降低,有利於耐鹽微生物的繁育,開始土壤形成過程的第二階段——成土過程,亦即自然的脫鹽和肥力積累的過程。此一過程必須以逐漸脫離海水的影響為前提,而以生物的作用為脫鹽及肥力積累的主導方面,母質、地形、排水等項環境因素,可以影響此一過程具體進行的速度,結合區域內的氣候條件——溫濕多雨,在自然雨水淋洗作用的影響下,決定此一過程總的演變趨勢,為土層的逐漸脫鹽;整個成土的過程,雖始自耐鹽微生物的活動,但直至高等綠色植物社會的建立,土層中才有顯著的肥力積累和脫鹽。此外根據自然環境條件的分析和野外實地觀察結果,本區域的土壤形成過程,不曾經過森林時期,而系經低等微生物的活動,逐漸過渡到生草階段。在成土的過程中,由於海潮倒灌或河流泛濫的影響,常常引起生草過程的中斷,在老的生草層上,又形成新的沉積層,在一定的條件下,其上又重新開始生草過程,而發育成為現在本區域內常見的具有埋藏黑土底層的鹽漬土。隨着生草過程的繼續,土層中不斷進行着脫鹽和肥力累積的作用,因生草的時間,植物社會的演變,成土母質、地形、排水等方面環境因素的差異,而形成各種不同鹽漬程度的土壤。大抵生草過程愈長,母質質地愈輕,排水情況愈良好,區域里的雨量分配愈多,則土壤脫鹽和肥力積累過程的進展也愈迅速顯著。結合本區具體情況,土壤的鹽漬分級如表 I-3。

其在地理上的分布,一般規律為具有無石灰性埋藏黑土底層的鹽漬土均分布于串場河區域,其生成受河西無石灰性湖相沉積物(可能系瀉湖沉積遺迹)向東延伸的影響,土壤鹽漬情況的地理分布趨勢,則東起黃海之濱,自東向西,自深度-中度-輕度鹽漬-脫鹽,約依次呈平行的帶狀分布;在自然雨水的淋鹽作用影響下,生草過程和自然脫鹽過程的一致性,決定本區域不同鹽漬程度的土壤在空間分布的規律性。

表 I-3 江苏滨海草甸鹽土鹽漬分級

級別	鹽分分級指標		鹽漬組成特点	自然植被类型	附 注 (農業利用的可能 性)
	焙干殘渣 %	NaCl %			
深度 鹽漬 土	0.4 以上	0.3 以上	主要为氯化鈉鎂 鹽类	瘠毛草、鹽蒿、鹽 苦力丁、胖蒿、含 鹽草以及低等苔 蘚类植物	不經改良不能生 長農作物
中度 鹽漬 土	0.4~0.2	0.16~ 0.3	氯化物、硫酸及 重碳酸鈉鎂等鹽 类	茅草、蘆葦、野黃 花、草木樨、金色 狗尾草、苦蒿等， 有时夾生瘠毛草、 莎草	耐鹽的作物如棉 花、甜菜、苜蓿、 豌豆(參看77頁)， 可以生長
輕度 鹽漬 土	0.2 以下	0.15~ 0.06	氯化物、重碳酸及 硫酸鈉鎂等鹽类	茅草蘆葦生長良 好	如上耐鹽作物， 可以生長良好
脫鹽 土	0.1 以下	0.05 以下	重碳酸、氯化鈉 鎂等鹽类	多年的茅草蘆葦 灘茅草蘆葦生長 極良好	一般谷类農作物 可生長正常

如上所述,本区域的土壤發育于江河冲積滨海沉積物,除土層中含有相当数量可溶性鹽类外,并呈一定的“碱性”;此种“碱性”,一方面受母質所含石灰性的影响(詳后論及),另方面为母質長期受海水浸漬作用,在含高濃度 Na^+ 的海水影响下,所產生的膠体表面的离子置換作用,使母質膠体表面附有大量的吸收性鈉,而具較高的碱化度(碱化度 = $\frac{\text{吸收性鈉 } m.e.}{\text{吸收容量 } m.e.} \times 100$)^①

綜言之,本区土壤“鹽漬性及碱性”同屬地質过程遗留的影响,不是土壤成土过程所形成的特性。

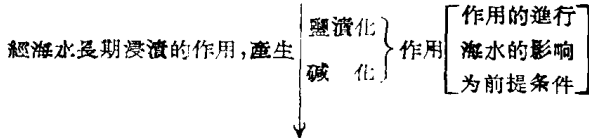
顯然,由于本区域的自然环境条件不同,土壤形成的过程以及随具体形成过程中所產生的鹽漬土屬性,均各自有其本身的特点。

① 这公式引自安吉波夫-卡拉塔那夫著作。

关于本区域的鹽漬土的形成过程,可概括为如下的圖式:

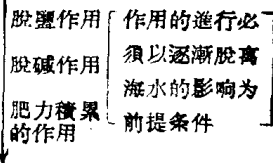
I. 地質过程——作用的主導方面,为海水的浸漬作用。

(1) 水力搬运堆积作用——→冲積母質



(2) 鹽漬化过程 }
(3) 碱化过程 } 兩者同時同地進行 → 碱性和鹽漬性冲積母質

II. 成土过程——作用的主導方面,为
生物及雨水淋鹽作用。



(1) 脫鹽过程 }
(2) 脫碱过程 } 先有脫鹽作用,而
 } 後產生脫碱作用
(3) 肥力積累过程 } 同時同地進行 → 各種“碱性”鹽漬土

圖 I-4 江苏东部沿海地区鹽漬土形成过程圖式

2. 土壤性态綜合描述

前述及本区域的土壤,發育于江淮冲積濱海沉積物,由于成土年代不久,土壤剖面一般無明顯的發育表征。茲归納其主要理化性态如下:

(1) 顏色 表層为棕灰-淺棕色,底層淺黃棕-緋棕色,視成土母質來源而異,一般土層層理色澤均勻,顏色过渡常不明顯,無石灰性湖積物底層,受潛育作用影响,常呈灰青色。

(2) 質地 自砂土-粘土,亦視成土母質來源而異,其物理性粘粒含量(粒徑 < 0.01 毫米)自 4~60% 以上;自南向北土壤質地變異一般呈漸趨粘重趨勢。

(3) 構造 表層粒狀或屑粒狀,底層一般無構造,板結緊實,原始沉積層理仍極明顯。局部發育程度較深者,可見構造体分化和進一步發育而成的細棱塊狀,或塊狀構造。