

西江三角洲滨海荒滩形成和 演化中地球化学过程的初步分析

唐永鑒 謝永泉

(地质地理系)

一、前言

1961年春,广东水利电力厅水文总站(主办)曾和中山大学地质地理系进行西江三角洲荒滩的普查。本文是根据这次调查资料写成。它是西江三角洲河口区考察队化学地理小组全体组员共同成果。

西江三角洲大致包括以羚羊峡为顶点,崖门、横门为底边的三角形的范围,面积约2000方公里。它的面积仍然不断向海外扩大,即河口区的口外海滨新的荒滩不断形成。其形成的过程具有独特的特点,和华南的自然条件有着紧密的联系。

西江三角洲曾经多次变化,现在三角洲的形成,是近1100多年的事体,它发展的速度是非常惊人的,根据围堤建筑的历史计算,平均每年向海伸展100米左右。(羚羊峡及香山咀金安围等距现出海口门直线距约100多公里,按1000年计算,每年向海伸展100公尺),就泥湾门口和磨刀门之间的灯笼沙来看,近65年中,平均每年以103—110.77米的速度向南海伸展。其发展速度超过世界和我国许多河口三角洲发展的速度,如波河为20米,顿河为10米,多脑河基里三角洲为27米(И.В.薩莫依洛夫:河口演变过程的理论及其研究方法)。长江三角洲平均发展速度每年12.5—20米(根据陈吉余综合分析资料,1957.1。——李丙怡先生提供。)黄河三角洲每年48米(丁驥;华北平原的生成,1947)。根据现有资料,仅密士夫必河三角洲发展速度超过西江三角洲,为330—360米/年。(注1)

2. 西江三角洲发展之快,当然和西江逕流有一定关系,西江流域由于雨量多,流量特别丰富,如梧州最大流量为51,017秒公方,虽不及长江巨大(长江大通90,200秒公方),但为黄河2.3倍,年平均流量为7,852秒公方,亦仅次于长江(大通33,107秒公方),而为黄河的5倍以上(涿口站1,530秒公方),相对流量更大,平均每方公里流出25.90秒公升,为长江(17.54秒公升)的1.5倍,为黄河(1.98秒公升)的13倍。西江含沙量(梧州最大含砂量为万分之6.75,年平均含砂量为万分之0.93)虽不大,(注2),由于流量

注1. К. И. Лукашев: Генетические Типы Фации Антропогенных Столожений 1960

注2. 徐俊鸣: 广东自然地理特征 广东人民出版社

大,仍含有大量泥砂,每年携带的泥砂达4350万公吨(高要站)。虽则不如长江(宜昌站每年输砂量达4.6亿公吨)、黄河(三门峡13.8亿公吨)输砂量之高,但长江黄河的部分泥砂沉积河床中,部分搬入海,而西江中泥砂绝大部分搬入河口地区,在有利沉积的条件下,大量沉积,促进荒滩迅速发展。

3. 西江流域绝大部分地区属于亚热带和热带,热量丰富,水分充足,风化淋溶作用非常强烈,生物地球化学作用进行也十分剧烈,因而在地表形成和聚集大量胶体态物质。它们常随地表和地下逕流进入河床中,随河流搬运到很远距离,至河口附近,由于地形、水文、潮汐、台风、季风等因素的影响,引起增水现象,造成“平水”环境,有利于淤泥迅速沉积;同时由于河水和海水化学组成的不同,特别是海水中矿物质含量丰富,促使河流中胶体态物质发生沉聚作用,可见荒滩形成过程以“平水沉积”和“物理化学沉积”为主。

4. 在河口区的口外海滨的范围内,河流带来大量营养物质,有利于生物的繁殖。由于生物的影响,对荒滩的沉积过程起着促进和加速作用。例如,由于浮游生物引起的生物循环,形成有机淤泥,对沉积物的胶结和固定起着很大作用。海滨红树林等植物群落的发展,不特在固定沉积物上,而且在加速沉积过程中均起着很大作用。可见西江三角洲的荒滩发展之速和生物作用、生物化学作用有紧密关系。

5. 西江三角洲的荒滩的发展除受自然因素影响以外,还受人类活动的影响。例如河流中上游的植被破坏,引起土壤冲刷加剧,从而河流中含砂量增多,加速荒滩的形成。自宋朝以来,一直到解放之前,西江三角洲发展之快和山林破坏有一定关系。再如农民抛石和种咸水草(可增加沉积速度2—3倍)能加速荒滩的形成。此外,筑海堤等水利工程也能引起荒滩形成过程的变化。

滨海荒滩是向海争地的物质基础。摸清滨海荒滩形成过程的特点和演化的规律,对利用和改良荒滩有很大意义。

二、西江三角洲滨海荒滩形成的地球化学过程

西江三角洲的发展是相当复杂的。自第四纪以来,起码经过了两个发展阶段,即古三角洲和现代三角洲的阶段。

1. 古三角洲的发展。

大约在10,000—12,000年(注3)(全新统)前,西江下游曾一度出现海拔10米左右的古三角洲。当时气候条件和现在的气候条件相近,海边静水海湾有大片红树林,低洼地和沿河两岸有水松分布,在潜水面较低的地方,可能存在和现在亚热带季雨林相类

注3. 西江三角洲下发现的泥炭土,其上复盖有1—3米的淤泥。根据埋藏的果实种子等鉴定,和西江三角洲现有的植物种类完全一致,而西江三角洲地带性植被(亚热带季雨林)应分布在海拔10米以上,下沉至少11—13米。以平均沉积速度0.1公分/年(淤高)计算,沉积11—13米厚淤泥则须10,000至12,000年以上。

似的森林,例如我們在坦洲瓦窑头的泥炭土中找到的植物残片大致可以看出当时的森林組成种类,并可推測它的結構。

我們采集了泥炭土中的植物种子,果实残片、枝、叶等,能清楚区别的达15种以上,經張宏达先生的鉴定有下列10种:

紫薇 (*Lagerstroemia indica*) (发现半个果实)

南烛 (*Lyonia Ovalifolia*) (发现 2 粒种子)

倪藤 (*Gnetum indicum*) (发现 2 粒种子)

栲树 (*Schima Superba*) (发现 1 粒种子)

酸枣 (*Choerospondias axillaris*) (发现 5 粒种子)

鼠李叶冬青 (*Ilex aculeolata*) (发现 1 粒种子)

画眉勒 (*Zanthoxylum avicennae*) (发现 2 粒种子)

黄牛木 (*Cratexylon ligustrinum*) (发现15粒种子)

黑叶谷木 (*Memecylon nigrescens*) (发现叶片)

黄狗头 (*Cibotium barometz*) (发现茎及叶柄)

后来因新构造运动的影响,发生下沉,現由高明、鶴山、新会、中山等县分布的泥炭层可以証明。泥炭层的厚度由70—100—150—200厘米不等,其上复盖有1—3米左右的淤泥。

II. 现代三角洲的发展,

现代西江三角洲是在古三角洲的基础上发展而成。根据赵煥庭等同志查对的历史文献資料看来,现代西江三角洲形成的時間,不过1100年(注4)。即在1100年前,羚羊峡为西江的河口。至公元1600年时西江南移甘竹滩出海,到公元1800年以后,西江才开始分汊,分別由崖門、虎跳門、泥湾門、磨刀門等口門出海。三角洲向南伸展的速度为100米/年,每年可淤高2—3寸,其沉积过程包括“平水”沉积、化学和物理化学沉积和生物及生物化学沉积等作用。

1. “平水”沉积作用

西江三角洲形成的物質組成和来源在西江三角洲形成过程中有着很大的意义。西江带至河口区的物質,絕大部分是粘粒物質和可溶性物質与有机质,根据表1.可以看出,

注4. 据赵煥庭等同志查对历史資料,认为宋朝(公元十世紀)西江河口段在羚羊峡,香山咀金安围建围是在宋朝(即公元998年)。金安围建围至今963年,在金安围建围前的冲积時間估計为10—50年。羚羊峡口起算,估計为1100年。但这里指的1100年并不是說1100年前西江一出羚羊峡就是汪洋大海。笔者根据光緒二十三年三月出版的广东輿地全图和其他历史資料(如县志)在汉朝以后新会(汉时为南海郡四会县一部分,宋永初元年置新会郡)、中山(汉时为番禺县,宋紹兴三十二年置香山县)都已有一定的面积,在宋朝以后先后单独設置郡县。这表明珠江三角洲和西江三角洲远在1100年前已經沉积。但1100年前的沉积,仍属古三角洲后的沉积。西江三角洲大部分新冲积是在1100年以后形成,尤其明显是外海以南至磨刀門——崖門間,大多圍繞口外丘陵島屿冲积起来的。經我們訪問外海以南大多是咸丰年初以后冲积起来的。所以现代三角洲新冲积的時間为1100年左右。

河床底质中 <0.005 毫米的粒级占30—60%，由表2可以看出，河床底质中有机质含量占3.5—12.7%，它们在河流中形成胶体悬移质和拟胶体悬移质，至河口附近，易发生

表1. 西江河床底质机械分析结果(%)

采样地点	胶粒 <0.001 毫米	细粉砂 $0.001-0.005$ 毫米	粗粉砂 $0.005-0.01$ 毫米	极细砂 $0.01-0.05$ 毫米	细砂 $0.05-0.25$ 毫米	中砂 >0.25 (mm) 毫米
鸡啼门	25.00	19.00	29.00	9.70	17.30	—
灯笼山	33.15	28.08	8.70	24.39	3.15	2.82
崖门	20.00	23.70	8.88	8.05	39.33	0.62
外海	16.80	11.74	8.06	48.27	14.52	0.61
莲腰	19.46	14.73	15.08	37.75	12.61	0.33
白荇湖	14.90	21.34	10.37	35.99	17.04	—
三灶	27.50	31.03	15.35	14.47	11.65	—
白蕉	7.38	23.11	14.66	42.38	12.47	—

表2. 西江河床底质有机质测定

采样地点	有机质%	采样地点	有机质%
白蕉	6.114	莲腰	3.518
白蕉	5.936	白荇湖	6.266
布洲	5.40	乾务	12.70
外海	3.485		

“平水沉积”，所谓“平水沉积”是指各种地形促使河流流速大减，几成为滞流状态，或者河流和海潮相遇或者两股潮流相遇构成“平水”状态，引起淤泥迅速下沉的一种作用。

西江三角洲河口附近和口外海滨，具有良好“平水”沉积的条件。河口附近地势并不十分平坦，低山、丘陵台地起伏其间，例如磨刀门水道以东，有南台山（408米）和大帽山（425米）等，在鸡啼门水道以西，有乾务山等，口门之外有一系列岛屿，由西而东，有高栏、三灶、大小横琴和九澳等，成半月形，横列在各口门之南，在口门和列岛之间构成半开阖海，在此半开阖海之中，有一些半岛向南伸展。构成许多“平水”海湾。它们不单是起着减杀流速的作用，而且当河流和海潮相遇，易促成“平水”的形成。因此当西江挟带泥砂由各口门流出时，在口门之外发生大量沉积，促使荒滩不断向南发展。每年向外伸展的速度平均达103—106.6米。不过虎跳门和崖门口门附近荒滩形成很慢，每年形成速度1—10米，此由于虎跳门和崖门附近不利“平水”沉积。在虎跳门崖门水道两侧分布低山丘陵，口外为一漏斗湾，此外，崖门水道平直，潮汐现象明显，咸潮可以上溯到三江，口门咸季长达8个月，含盐量大于3克/立升的时间在各口

表 3 西江各口門的自然条件与沉积速度的比較

口門	一般自然条件	流量(以馬口 为推,計算值) 秒公占西江总 量(%)	历年水位(米)		最高潮位 (米) 1957.1.13-14 同右	最低潮位 (米) 1951-1959 同右	最大潮差 (米)	含盐量(1959年1月)			咸 季 1959-60年	沉积速度(米/年)
			最高 (米)	最低(米)				橫 門	鹽 差 最大出現平均含大于3克/升 含盐量%日期盐量%升的天数	鹽 差		
橫 門	南側为丘陵, 北为围田,西 北——东南向	6320	1.94 (1954. 8.29) (橫門)	-1.19 (1955. 2.20)	1.17	-1.14	2.32 (8月)	18	3.968	43		万 頃 沙 120
磨刀門	东为丘陵,西 为围田,河遠 較寬大而直。 西北——东南向	11190	2.74 (1925. 5.18) 神灣	-1.16 (1955. 2.20)	神 灣 1.10	-1.06	2.36 (3月)	5	5.074	43	灯籠沙 11-4月 (1949年) 增海后120-160	灯籠沙 海103-110.77 增前
泥灣門	兩側为围田, 較弯曲。 西北——东南向	2395	1.98 (1957. 9.22) 白 蕉	-1.39 (1957.1 17)	灯籠沙 4.04	1.68	2.0-2.3	41	2.137	5	白 蕉 11-3月 (1949)	
鸡啼門	兩側多丘陵較 弯曲。 西北——东南向	—	2.39 (1956. 6.21) 馬鞍	-0.78 (1956.2 20)	1.14	-1.39	2.70 (4月)				馬 鞍 10-4月	大霖南部 40
跳虎門	丘陵常逼近江 溪,河道弯曲, 东北——西南向	2235			1.15	-1.29	2.63 (4月)	23	7.748	136	西炮台 9-4月 (1949)	馬 山 1 虎 山 10
崖 門	丘陵常逼近江 溪,河道平直, 北——南向	3660				—	2.99 (8月)	20	7.241	107	—	水道兩側 <1

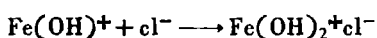
門之中最长,一年之內达107—136天,比磨刀門长1倍半到2倍,反映河流径流和咸潮常在口門內相遇,这样在口門之內虽可构成有利于胶体的沉聚作用,但由于水道平直,流速大,同时潮位差大,最大潮位差达2.63—2.99米,为各口門之冠,而且水道中潮位差的变化和各口門水道相較,有相反的现象,磨刀門、泥灣門水道潮位差愈向上游愈小,崖門水道愈向上游愈大,此表示崖門水道涨潮时增水现象比較明显,退水时减水现象也很显著,因此沉积物容易冲刷,被海流带走,因此荒滩发展很慢(表3)。

2. 化学沉积和物理化学沉积

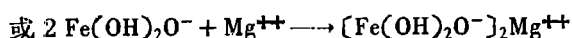
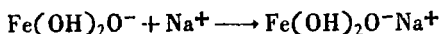
化学沉积和物理化学沉积是指胶体和拟胶体由PH值的改变、电荷的改变引起的沉聚作用和离子交换与化合物相互作用引起的沉淀过程。此种过程在南亚热带和热带的河口沉积中具有很重要的意义。

甲、胶体沉聚作用

一般把 < 0.001 毫米的顆粒称为胶粒,在西江河床底质中,胶粒含量一般占底质总量的15—33%,有机质的含量达3.5—12.7%,由此可见,西江河水中有有机和无机胶体相当丰富,当河水进入口外海滨,或咸潮进入河流中时,由于河水和海水的化学組成不同,PH值不同,同时海水中含有丰富电解质,易引起河流中胶体发生沉聚作用。在夏季洪水期,此种作用在口門之外特别强烈。华南河流中所含的胶体,一般为有机胶体,硅酸盐胶体、氢氧化鉄、氢氧化鋁胶体以及有机矿物质胶体,一般有机胶体和硅酸盐胶体的胶核带負电,当和含丰富阳离子的海水相遇时,发生沉聚作用,此种作用多出现在口門之外;氢氧化鉄和氢氧化鋁为两性胶体,在酸性环境中,胶核带正电,当咸潮进入口門水道之內,可引起一定的沉聚作用:



在硷性环境中,带負电。口門之外,海水为硷性,且含有大量阳离子(如 Na^+ 、 Mg^{++} 等),易使氢氧化鉄和氢氧化鋁发生沉聚作用,如:



但在冬季,由于口門之外水比較浅,风浪和潮汐发生周期变化,易掀起表层沉积的胶体,轉变为溶胶,因此口門內外水較混浊。距口門較远的河水(如大鰲沙、布洲以上)和口門外較远的海水均很澄清。可见西江各口門內外的胶体的消散和沉聚作用是較复杂的。

乙、硅酸盐沉积

在华南高温多雨的条件下,风化淋溶作用非常强烈,不单是硷金属和硷土金属大量淋失,而且絕大部分硅酸态 SiO_2 也强烈淋溶,它們进入河水中,常呈胶体和拟胶体状态,当与海水相遇时,发生大量沉积。此由河床底质的机械分析可以看出,細粉砂(11.7—31.0%),粗粉砂(8.7—29.0%),极細砂(8.0—48.2%),細砂(3.1—39.3%)含量很高;在荒滩和围田的土壤中,直径在0.02—0.002毫米間的顆粒的含量很高(35—40%以上),此均和硅酸盐沉积有关。在三角洲頂部、沙洲的頂部、水流較急的河島沉积物中,硅酸盐含量丰富,許多河床底质中, SiO_2 的含量达70—80—90%。在花崗岩丘陵台地和岩岸附近,冲积物以石英态 SiO_2 为主,这里的土壤和真正河口沉积有很大差

别,前者含粗砂很多,为砂壤土或砂质粘壤土。

丙、 Ca^{++} 在沉积过程中的变化

据西江河水的分析,以 Ca^{++} 和 HCO_3^- 离子为主。当河水与海水相遇时, Ca^{++} 发生显著变化,一部分 Ca^{++} 经过生物作用,进入沉积物中;一部分 Ca^{++} 当进入口门外时,由于水呈硷性,各种胶体和 Ca^{++} 相结合,发生沉聚作用,共同进入沉积物中。不过其中的 Ca^{++} 易被 Na^+ 置换,因此热带海洋中常含有较多的 Ca^{++} 。根据我们调查资料, Ca^{++} 的含量自海水至各口门向西江三角洲顶部减少,口门外海水中 Ca^{++} 的含量在10毫克当量/立升以上,一般13—15毫克当量/立升;各口门咸水区在5.00—10.00—13.00毫克当量/立升之间;微咸害区(即 Cl^- 含量在3%以下的地区)以上至马口、石角在1.00至2.50毫克当量/立升之间;滨海稻田为2.0—4.5毫克当量/立升;山垌田为0.0—1.5毫克当量/立升,近山反酸田的潜水中,没有水溶性钙。

上面是就荒滩形成中几种主要的化学和物理化学过程而言。实际上参加此类作用的元素很多,根据我们100多个试样(海边冲积淤泥、河底石英砂及重砂)的光谱分析,西江三角洲滨海荒滩的形成过程(除了大量有机元素外),共有三十五种以上的矿物元素参加,如Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K, V, Cu, Zn, Pb, Sn, Sb, Mn, Ti, Ni, Co, Cr, Li, B, P, Ga, Zr, Hf, Nb, Ta, U, Th, Y, Yb, Ce, La, W, Bi, Mo等。这些元素中, Si的含量很大,许多地方Si含量均大于50%,在近花岗岩、砂岩的河段、海边,石英砂的比例更大。 SiO_2 的分布除了与母岩有关外,还与水流有很大关系,在急流、各河汉中的洲头, SiO_2 的颗粒最大,含量比例也大。相反在近海淤泥沉积地区,表面一层主要是粉状 SiO_2 或呈胶体状硅酸盐。Fe的含量很高,而且分布广泛,各地的含量大致相近。这一特点正说明西江三角洲的地球化学过程带有热带的特点。Al, Ti, V的含量也较高,分布广泛。Ca, Mg, Na, K含量的改变与海水的影响密切相关。在近海的荒滩上Ca、Mg、Na、K含量很高;在布洲以上,海潮不能经常强烈影响的地区,含量显著减低。有色金属和稀有元素是与花岗岩的分布有关,部分地区与片麻岩的分布有关。有色金属除了在沉积石英砂和重砂中有一定含量外,海边荒滩上也有一定含量,特别是Cu的分布。稀有元素在西江三角洲的分布,是以重砂的形式存在,在台山、高鹤、佛山及五桂山等河涌重砂中,含有重要的稀有元素。海边淤泥下的重砂也含有重要的稀有元素。含稀有元素的著名矿物是广泛见于西江三角洲的独居石。

3. 生物——生物化学沉积

所谓生物——生物化学沉积是指由于生物的直接和间接的影响,引起的生物机械沉积和生物化学沉积作用。西江河口区处于南亚热带、热带的范围,生物大量繁殖,生物——生物化学沉积具有重要意义。

这次考察对于动物和浮游生物在沉积中所起的作用,没有调查,根据一般资料,它们在河口区的有机淤泥沉积中起着很大的作用。我们这次调查,着重红树林(红树林灌丛中主要为桐花树(*Aegiceras Corniculatum*)、老鼠簕、秋茄等)、咸水草(*Cyperus Malaccensis*)和芦葦(*Phragmitis Communis*)等在沉积过程中所起的作用。它们起着快速澄清和淤高滩地的作用。

滨海荒滩上,红树林和咸水草生长较密,均有减杀流速和加速沉积的作用,根部有固定淤泥的作用。根部分泌有机酸,有中和海水的作用,改变悬浮物质和胶体的性质,从而引起海水和河水中物质发生很大变化。因此,草滩比白滩(泥滩)的淤高速度快,一般快到2—3倍。

三、西江三角洲滨海荒滩发展的阶段

滨海荒滩发展的阶段可大别为鱼游、刺槽、鹤立、草蒲四个阶段。每逢天气晴朗,在海堤上远眺,很清楚很生动地看到处于不同发展阶段的荒滩的情景。在远远的苍蓝的海上,只见渔舟汇集;距岸较近的白滩前缘,一片黄色水波,小舟徐徐而进;在白滩前缘,景色最为生动,白色海鸟时而群集于上,时而在上飞翔;而沿岸前缘的静风处,疏落分布翠绿的红树林,在当风的泥滩上,只见一片青青的咸水草;在海堤之内,有大片围田,到处出现丰收的景象,在围田之间低洼处,有丛丛芦苇。兹将各个阶段发展过程的特点略述于下:

I. 鱼游阶段:

当西江流出口门之外,经过一段距离以后,然后呈放射状分散。由于地形、潮汐、季风等因素相互作用的结果,其中挟带的泥砂,发生沉积,在河口附近出现新月形心滩,口外海滨出现近乎平行的泥堤,在泥堤之间,夹有深槽,它们的走向受构造和东南季风的影响,一般由西北至东南。新月形心滩和 underwater 泥堤是荒滩的前身,经常被2—3米以上的海水所掩盖。由于河流带来有机胶体丰富和生物营养物质多,浮游生物发达,因而某些适应微咸水的鱼类丰富,成为近海渔场。在这里的沉积物中,包括淤泥沉积、河流腐屑堆积以及每年由浮游生物遗体构成的有机淤泥沉积,后者对固定沉积淤泥起着很大作用,加速沉积淤高过程。

II. 刺槽阶段:

当心滩和 underwater 泥堤不断淤高,水深一般不到2米时,小船在上行动,撑杆可触到淤泥,因此,荒滩发展到此阶段,称为刺槽阶段。它是白滩(泥滩)的前端。在白滩前端,由于飘浮植物的发展,软体动物获得了食料的来源,因而软体动物大量出现。它们遗体死亡后,成为白滩上有机质主要来源。

III. 鹤立阶段:

心滩和 underwater 泥堤继续淤高,当水深达0.25—0.3米或退潮时露出水面。由于海水不深,软体动物多,白滩成为水鸟寻找食料的场所,因此白滩前缘海鸟群集。在海岸前缘的静水或背风处,常见由秋茄、老鼠簕、桐花树等构成的红树林。在当风处的沿岸白滩多种植咸水草,加速沉积过程,所以种植4—5年后(或稍长些)即可围田。在此阶段,海泥逐渐发展成为土壤,由于土壤经常积水,处于嫌气状态,发生下列现象:1.有机质在嫌气条件下分解,形成 CH_4 和 H_2S ,在平静天气时,成气泡上升;2.铁、锰、磷、氮和硫发生复杂的迁移和化学反应,如反硫化过程,出现 H_2S , Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} ,它和 H_2S 化合成为水阻硫铁矿($\text{FeS} \cdot n\text{H}_2\text{O}$),使土粒呈黑色,二价铁也可成为不稳定的 $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$,有

时成为不溶性的 $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, 使土壤呈浅蓝色。此外土壤中含盐很多。3. 在白滩的表层, 咸水草、红树林(根层以上)和其它生物活动以及酸腐、盐腐的作用, 放出大量 CO_2 。

IV. 草蒲阶段:

当荒滩不断淤高, 高出低潮面之上, 但尚可受到高潮的影响。此时, 海滨荒滩发展已到最后阶段。此后受海水影响逐渐减弱, 受地带性因素影响逐渐加强。土壤中潜水位已较前降低, 土壤表层通气条件改善, 氧化过程开始发展。同时荒滩不断向前发展, 受海水影响逐渐减轻, 淡水影响加大, 土壤开始脱盐过程, 形成海滨轻盐土, 其上植被一般更替为芦苇群丛或芦苇老鼠簕群丛。到此阶段一般进行围田。它不同于孤立阶段的地球化学过程是: 除不断放出 CO_2 外, 还经常分泌低碳有机酸, 同时出现氧化过程, 硝化过程、硫化过程、铁的氧化过程等, 在土壤表层渐占优势。

四、西江三角洲滨海荒滩的利用和改造

西江三角洲滨海地区有大片荒滩, 其中部分已经达到围垦的阶段。这是广东扩大耕地发展粮食作物的一条重要途径。滨海荒滩具有下列优越条件:

1. 热量丰富, 水分充足, 植物终年可以生长。

西江三角洲滨海地区年平均温度在 22°C 以上, 最冷月平均温度在 15°C 左右, 历年极端最低温度平均值在 5°C 以上, 极端最低温度一般大于 0°C , 全年只有轻霜, 没有明显冬季, 年雨量丰富, 1500—2000 毫米之间, 有的超过 2000 毫米。同时, 河港很多, 水源丰富。以气候而论, 作物终年可以生长, 一年可能三熟, 只是冬季有霜, 温差较大, 冬作须注意防寒。

2. 地势平坦, 利于耕作。

滨海荒滩, 地势特别平坦, 略向海倾斜, 给机耕和排灌提供了有利的条件。

3. 土层深厚, 有机质和矿物质养料丰富。

滨海荒滩主要由西江上中游带来较肥沃表土在河口附近沉积而成, 本身含有一定数量营养物质, 嗣后在荒滩发育过程中, 每年有机质不断增加, 加之常处于嫌气条件下, 有机质分解较慢, 因此荒滩土地中累积一定数量的有机质, 为植物养料的重要来源。据农民反映, 草滩(指种咸水草的泥滩)围田后, 栽稻 10 年可以不施肥, 白滩围田后, 栽稻 5—6 年可不施肥。

4. 河汉交错, 潮汐明显, 土质粘重, 透水较差, 排灌方便。

在滨海荒滩之上, 河港繁多, 潮汐明显, 潮差最大在 2 米以上, 加之荒滩地势平坦, 微向海倾斜, 一般高出低潮面不过 1 米, 有的略高出低潮面, 有的在低潮面下 0.3 米, 此外土质粘重, 不易漏水, 这些条件利于建立排灌系统。

5. 渔产丰富, 耕作业可结合渔业进行。

滨海荒滩虽有上述优越条件, 但也有些不利因素。

1. 底质含盐, 海潮倒灌, 咸害严重。

滨海荒滩的底质含有大量盐分, 经常又受海潮浸灌, 因此其中含盐分甚高, 一般在

7%左右,有的在7%以上。含盐量达此标准,对水稻有很大毒害作用。此外,每逢旱季,由于底质含盐,返盐现象严重,所以解决咸害是利用荒滩的一个关键问题。

2.地势低平,河汉交错,潮汐明显,潜水位高,易于积水。

滨海荒滩,由于地势低平,河汉交错,潮汐明显,质地粘重,透水性很差,潜水位高,易于积水,构成嫌气条件,不利有机质分解,因此土地中储藏的有机质虽多,植物却常感养分不足,而且出现对植物有害的物质如 H_2S 等,易引起腐根病。

3.质地粘重,结构不良。

滨海荒滩主要由淤泥组成,质地很粘,结构不良,透水、通气性均很差,不利植物营养供应,影响根系的发育,而且每逢旱季,由于土壤以毛细管孔隙为主,易引起返盐作用。

4.土壤中有有机质多处于未腐解或半腐解状态,不易被植物利用。

荒滩中有有机质含量虽高,由于常处在嫌气状态,分解较慢,成为未腐解或半腐解状态,不易迅速被植物利用,有效肥力不高。

由上分析,可见利用荒滩的关键问题是咸害和积水,解决咸害须注意下列问题:

1.筑围拒咸

利用荒滩首先要按照目前河汉分布情况,台风和海浪来向和荒滩发展阶段,修筑围堤,阻止咸潮进犯,以免土壤盐分继续增加,这是根本措施。

2.引淡洗盐

荒滩土壤含盐量很高,对水稻等作物有致命的伤害,如果不经过洗盐过程,荒滩土壤很难利用。因此,可按照原有河汉,建立良好排灌系统,引淡洗盐,保证水稻丰收。

3.勤灌压盐

荒滩底质含盐较重,土质又粘重,潜水位高,每逢旱季,易引起返盐现象,对早稻插秧和晚稻成熟有很大影响,如果勤排灌,活水养田,可以起着压盐作用,此外降低地下水 and 犁冬晒白,也可切断盐分上升。

4.育种抗盐

荒滩土壤由于含盐较重,并常须引潮水灌溉,土壤中或多或少含有一定盐分,因此必须培育抗盐品种。

除解决咸害外,还须解决下列问题:

1.解决咸害,只是洗去对作物有害的过多的 $NaCl$,而充分保证作物营养供应的问题,仍未解决。因为荒滩地势低,潜水位高,经常积水,有机质含量虽多,处于不易利用状态,作物感到营养不足,发育不良,而且有些毒害物质,对植物不利。所以在解决咸害建立排灌系统时,必须考虑排除积水,降低潜水位,使土壤表层氧气流通,促使营养物质解放。

2.荒地土壤粘重,影响作物生长,在可能内最好掺砂改土。

3.为了促使土壤迅速熟化,充分利用潜在肥力,可将土壤中有有机质加以人力处理,促使植物遗体加速腐解。

由上分析看来,如果我们能充分利用荒滩的有利条件,克服它的不利因素,海滨耕地面积可以大大扩充,增加粮食,发展渔业,为国家创造大量财富。

图版 I

图 1

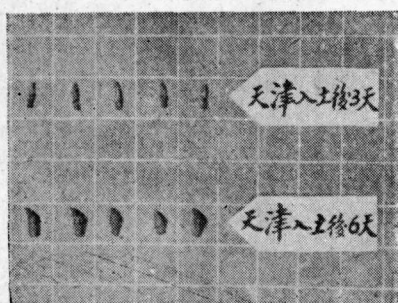


图 2

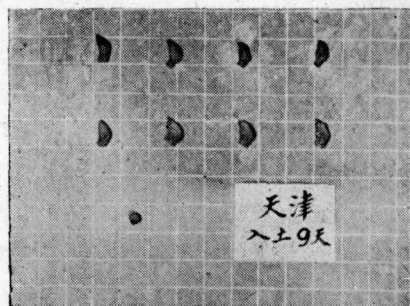


图 3

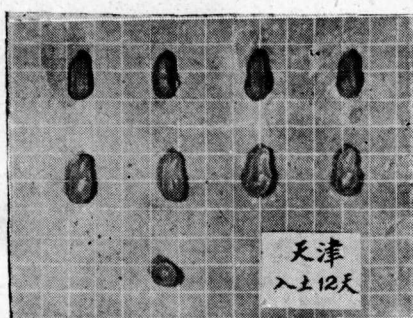


图 4

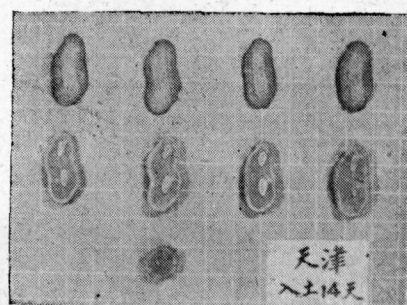


图 5

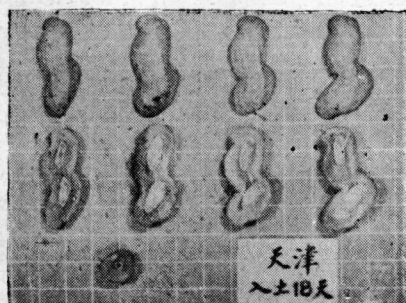


图 6

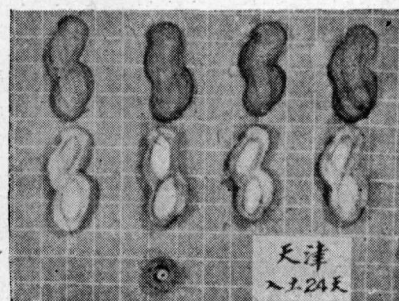


图 7

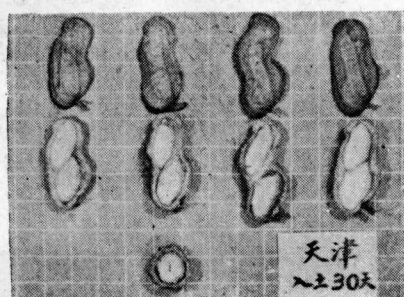
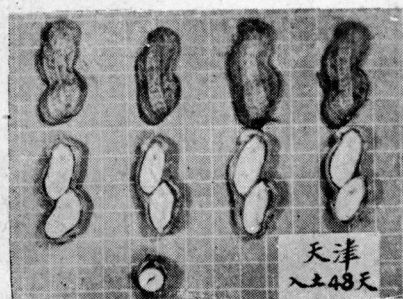


图 8



图版 II

图 1

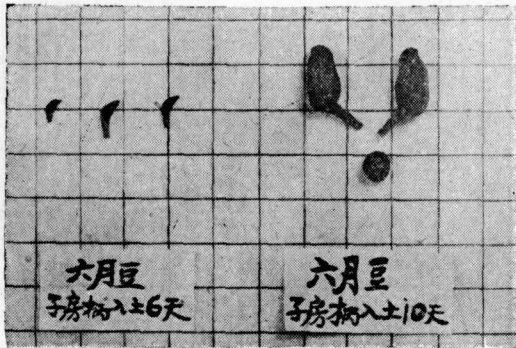


图 2

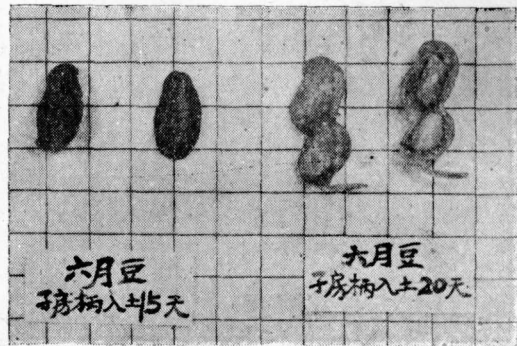


图 3

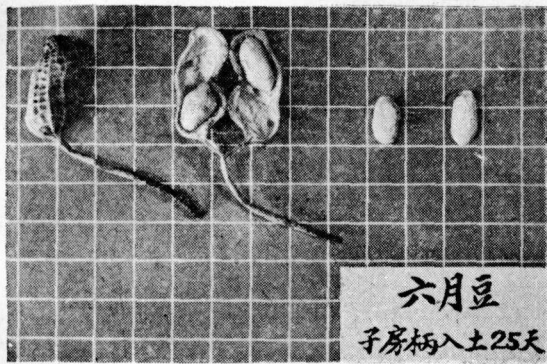


图 4

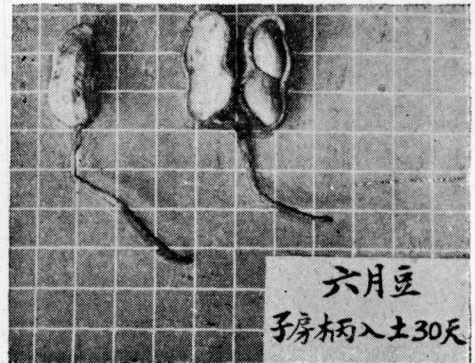
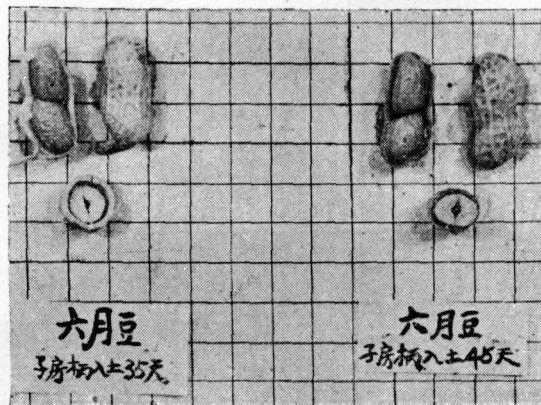


图 5



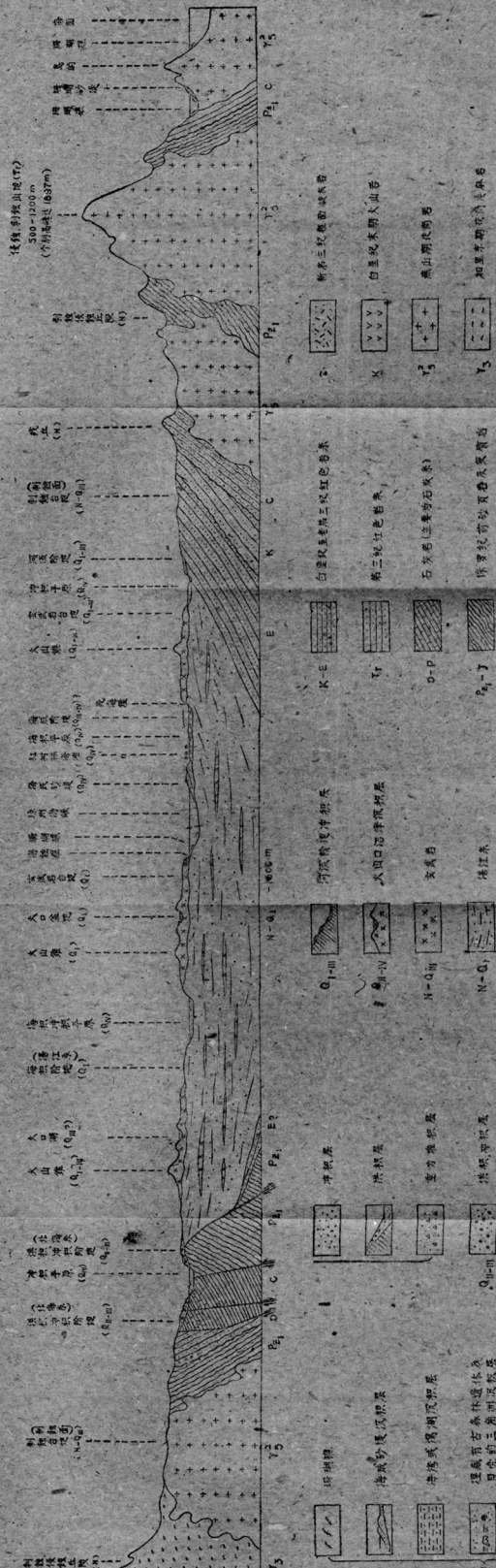
粤北地貌综合剖面图



圖面剖合線說中



琼富地区经济综合示意图



注: 晚晚年代是暂定的年代(其代号与国洞的定层年代代号相同)