

我国西沙群岛的土壤 和鸟粪磷矿

中国科学院南京土壤研究所西沙群岛考察组 著

科学出版社

974

311

我国西沙群岛的土壤 和鸟粪磷矿

中国科学院南京土壤研究所

西沙群岛考察组 著

科学出版社

1977

内 容 简 介

西沙群岛是我国神圣的领土,是一群美丽富饶的宝岛。为了保卫西沙,建设西沙,中国科学院南京土壤研究所西沙群岛考察组在西沙自卫反击战后对西沙群岛的土壤、矿物、生物等方面进行了为期两个月的考察。本书就是这次考察成果的总结。书中较系统地介绍了西沙群岛的自然条件,较深入地阐述了土壤的形成过程,土壤的类型、分布、特性和利用改良等问题,对岛上鸟粪磷矿的质量和种类也作了较详细的报道。

本书可供农业、土壤、生物、地理工作者以及大专院校有关专业师生参考。

我国西沙群岛的土壤 和鸟粪磷矿

中国科学院南京土壤研究所
西沙群岛考察组 著

*
科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*
1977年10月第一版 开本:787×1092 1/16
1977年10月第一次印刷 印张:4 插页:4
印数:0001—4,260 字数:96,000

统一书号:13031·608

本社书号:885·13—12

定价:0.70元

前 言

西沙群岛自古以来是我国神圣领土。在西沙自卫反击战以后,为了加速西沙群岛土壤和鸟粪磷矿资源的开发利用,根据中国科学院的决定,由中国科学院南京土壤所组成考察组,于1974年冬前往西沙群岛进行科学考察。先后考察了永兴岛、石岛、东岛、珊瑚岛、金银岛、琛航岛、广金岛、晋卿岛和赵述岛等九个岛屿,并途经甘泉、北岛、中岛和南岛附近。实际考察自11月至12月,为期两个月。在考察期间,得到了当地驻军和西、中、南沙群岛革委会和广大渔民的大力支持和热情帮助,在此谨表示深切谢意。

在考察期间,共采集了82个土壤标本,14个水样,14个植物标本,13个土壤微生物标本,1个整段剖面。室内分析和鉴定工作得到了所内外兄弟单位和组室的大力协助,进行了矿物、物理、化学、生物和盆栽试验。文中所列数据,除注明者外,主要由本所土壤地理分析室分析;插图均由本所绘图室清绘。因此,此项工作是各方面共同努力的结果。

参加西沙群岛野外考察的有龚子同、蒋柏藩、张绍德、吴志东和王振荣五同志。本书是在野外考察和实验室分析的基础上,由龚子同、吴志东同志执笔写成。限于水平,缺点错误之处必定不少,欢迎批评指正。

目 录

前 言	
一、优越的自然条件	1
(一) 气候特点	1
(二) 地质地形	3
(三) 水文状况	4
(四) 鸟类活动	5
(五) 植被类型	6
二、活跃的成土过程	8
(一) 生物积累和分解	8
(二) 盐渍和脱盐	10
(三) 磷素富集和淋溶	14
三、丰富的土壤资源	18
(一) 土壤分类	18
(二) 土壤分布	21
1. 一般岛屿分布	21
2. 特殊的岛屿分布	21
3. 硬盘层分布特点	24
(三) 土壤特性	24
1. 土壤颗粒	24
2. 粘土矿物	32
3. 化学性质	32
4. 土壤腐殖质	33
5. 土壤微生物	34
(四) 土壤类型	35
1. 硬盘磷质石灰土	35
2. (普通)磷质石灰土	37
3. 粗骨磷质石灰土	39
4. 潜育磷质石灰土	40
5. 耕种磷质石灰土	41
6. 幼年磷质石灰土	41
7. 盐渍磷质石灰土和滨海盐土	42
四、优质的鸟粪磷矿	43
(一) 质量评价	43
(二) 主要种类	45
(三) 贮量估算	46
五、巨大的生产潜力	47
(一) 利用现状	47

(二) 一些问题.....	47
(三) 培肥客土.....	50
英文摘要 (Summary)	57
英文目录 (Contents)	59
法文目录 (Table des matières)	60
俄文目录 (Содержание).....	61

西沙群岛位于海南岛东南,约居北纬 $15^{\circ}46'$ — $17^{\circ}08'$ 及东经 $111^{\circ}11'$ — $112^{\circ}54'$ 之间的海面上。北起北礁和赵述岛,南至中建岛和先驱滩,西至金银岛,东至东岛(和五岛),由三十多个岛屿、沙洲、礁滩组成。整个群岛大体上分为东西两群。东北侧为宣德群岛,由赵述、北岛、中岛、南岛、永兴、石岛和东岛等岛屿和一些沙洲、礁滩组成。西南部为永乐群岛,由甘泉、珊瑚、金银、琛航、广金、晋卿、中建岛和盘石屿等岛屿及一些礁滩组成。

西沙群岛,如同东沙群岛、中沙群岛和南沙群岛一样,历来是我国的神圣领土。我国劳动人民,特别是海南岛渔民,世代在西沙群岛及其附近海域从事渔业生产。早在两千多年前的汉代,我国在海南岛设置珠崖、儋耳郡时,西沙群岛就已列入我国版图。

明代王佐的《琼台外纪》中说:“(万)洲东长沙石塘,环海之地,每遇铁腿挟潮,漫屋涂田”,可见在十五、六世纪我国海南岛渔民,早就以南沙,西沙为渔业生产基地,克服不利的自然条件,在岛上改土、造田从事农业生产了。

进入二十世纪后,开发西沙群岛的工作进一步开展起来。1907年,当时我国政府曾派官员到西沙群岛勘察,计划开发;1918年中山大学曾组织“粤省西沙考察团”前往调查;1928年我国地质工作者专门调查了西沙群岛的鸟粪^[1];在三十年代,对那里的考察也没有停止过^[2];抗战胜利后,我国土壤工作者在调查南沙群岛土壤^[3]的同时,再次调查了西沙群岛的地质、土壤和鸟粪磷矿^[4-6]。解放后,又有新的考察和报道^[11,12]。

西沙群岛无论从历史、地理上都是中国的领土,历来就是我国科学工作者进行勘察和研究的地方,我国人民对这些岛屿拥有无可争辩的主权。

一、优越的自然条件

(一) 气候特点

西沙群岛为热带海洋性气候。雨量丰富,热量充足,终年皆夏¹⁾,无四季可分。年平均气温为 26.5°C (1958—1974年17年平均)。全年气温波动不大,1月份最低,平均气温为 22.9°C ,6月份最高,平均气温为 28.9°C ,年平均温差仅为 6°C (见图2)。年平均降水量为1497.2毫米,年平均蒸发量为2495.9毫米,年平均相对湿度为81%。就降水量和蒸发量各月分布情况而言,全年大致可划分为干湿两季(见图3)。自12月份开始至次年5月,为干季,月降水量在13.4—69.9毫米之间,而月蒸发量在181.0—254.3毫米之间;湿季从6月份开始,至11月为止,月降水量在171.1—262.0毫米之间;月蒸发量在184.0—217.0

1) 参照《中国气候区划(初稿)》所划分的“候平均气温级别和命名”: 22°C 以上的气温为夏季。

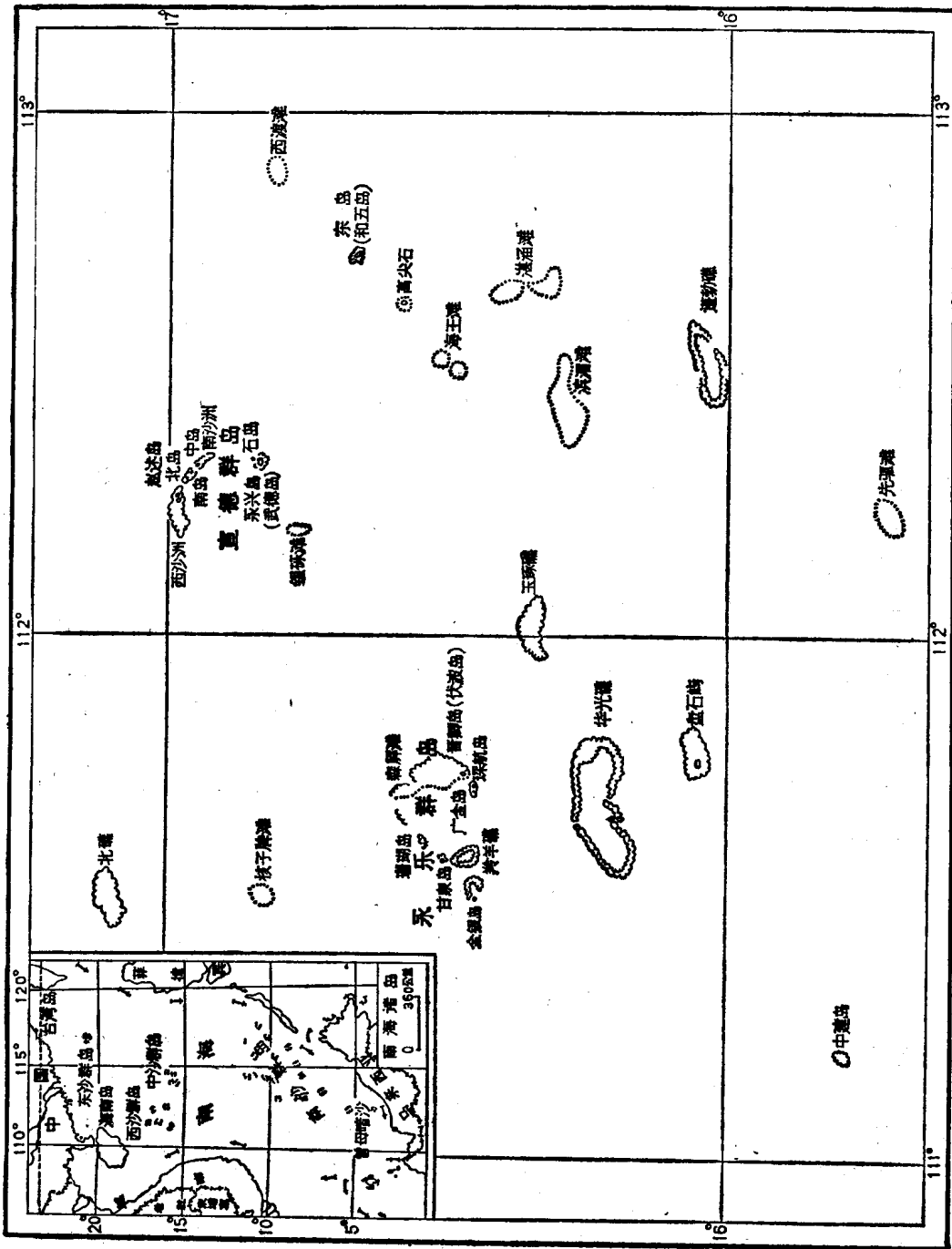


图1 西沙群岛

毫米之间。干湿季的形成,在很大程度上与季候风有关系。干季多为东北信风,湿季则常吹西南风。在东北信风盛行季节,多强风。风力在八级以上的强风日数多集中在11、12和1月这三个月中,据永兴岛气象站的记录,11月份强风日数可高达16天(1964、1966年),平均每两天便有一天是八级以上的强风。在西南信风期间,除了在7—10月四个月内经常遭受台风袭击外,其余时间,风力均较弱,是渔业生产的旺季。



图2 各月平均气温(17年)

西沙群岛雾日极少,从1958年至1970年的十三年中,只出现了三个雾日。因此,全年平均日照时数较长,可达2901.0小时,适于各种植物的生长发育。

(二) 地质地形

西沙群岛是分布于南海大陆斜坡上的一群珊瑚岛礁。大部分岛屿的形成,都受到地壳升降运动的影响。就某岛地层情况而言,可以分为两个地质时期:一为地壳沉降运动时期。在该岛地表以下1000余米处,有一层相当于老第三纪的红色风化壳,厚度为28

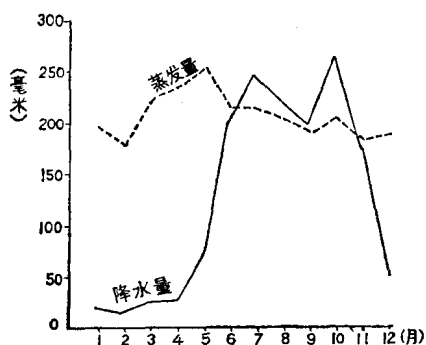


图3 各月平均降水量、蒸发量(10年)

米。在该层风化壳以下,为变晶质花岗片麻岩。而在该层以上,则为堆积深厚的珊瑚、贝壳碎屑灰岩。由此可见,约在老第三纪以前,西沙群岛附近海区可能为一陆地,以后随着地壳运动而逐渐下沉,其沉降速度,可视为与珊瑚水螅体生长速度相接近。二为地壳上升运动时期。这一时期开始于第四纪以后。从石岛和东岛北海岸出露的基岩情况来看,海蚀作用十分强烈,发育有大量的海蚀崖和浪蚀洞(见照片1、2),特别是在远离高潮面达12米的石岛上部,仍然可见残留的海蚀崖和浪蚀洞。此外,西沙群岛的其他各岛,也都脱离海浪作

用,高出高潮线。足见地壳在经历了漫长的沉降时期以后,又经历了一个上升运动时期。根据贵阳地化所的分析^[7];石岛上部距海面12米处珊瑚灰岩的年龄为 14130 ± 450 年,以此推断,这一上升运动,开始于最近一万年左右。而近期在永乐群岛的森屏滩上新出露的两个砂岛(已命名为金沙岛和全富岛)证明,这种地壳上升运动,目前仍在进行中。

岛上的岩石,主要是第四纪的珊瑚、贝壳碎屑灰岩(见照片3)和近期海浪作用堆积起来的珊瑚、贝壳碎屑砂。仅在东岛的北海岸发现有珊瑚贝壳砾岩出露(图4)。就其岩性而言,不论是前者还是后者,均由于成岩时间甚短而岩性疏松、多孔;又因岩石的主要成分为碳酸盐类,故溶蚀作用十分强烈,露头风化较快(见照片25),是西沙群岛土壤主要的成土母质。

在西沙群岛,只有石岛和东岛因受微区地质构造不同的影响,地壳抬升较快,呈显著的侵蚀地形。其余各岛均为圆形或椭圆形。岛的四周,环绕有在海浪作用下珊瑚贝壳细砂堆积而成的沙堤,厚度为4—22米,宽度在50—100米之间。岛屿中间为一盆地,相对

高差为 2—5 米。个别岛屿尚残留有封闭式泻湖(见照片 4、5)。这些砂岛之所以能够在浩瀚的南海中长期存在而不被海浪所破坏,与它们都有一个庞大的水下礁盘分不开。晋

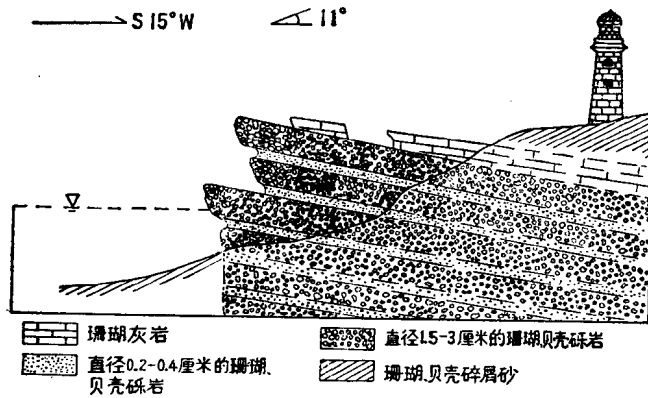


图 4 东岛旧灯塔附近珊瑚、贝壳砾岩产状示意图

卿岛的礁盘长达 12 公里以上,金银岛的礁盘为 5 公里(图 5)。由于有较大的礁盘,且礁盘平均水深在平潮时约 0.5—1.5 米,因此,极大地减弱了海浪的侵蚀作用。一般来说,礁

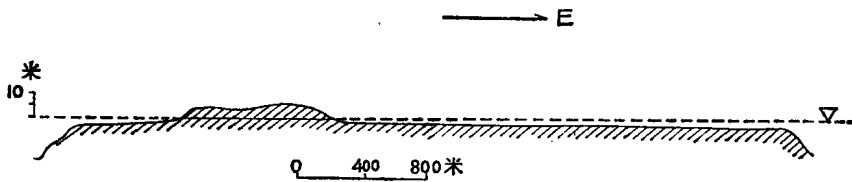


图 5 金银岛庞大的礁盘

盘线离岛岸边越远,则海浪搬运、堆积的物质越细,反之,则搬运的物质较粗。琛航岛东部的巨砾垒,就是由于礁盘较小,加之海浪在强台风的推动下,搬运、堆积而成的。

西沙群岛各岛屿的面积都较小,海拔均较低。其中最大的永兴岛,面积仅 1.85 平方公里,石岛最高,海拔也只在 10—15.9 米。各岛的面积及高程,见表 1 所列。

表 1 西沙群岛各岛面积和高程

岛名	面积(平方公里)	高程(米)	岛名	面积(平方公里)	高程(米)
宣德群岛	赵述岛	约 0.07	永乐群岛	珊瑚岛	约 0.52
	北岛	约 0.15		甘泉岛	约 0.49
	中岛	约 0.05		金银岛	0.64
	南岛	约 0.06		广金岛	约 0.07
	石岛	0.08		琛航岛	约 0.43
	永兴岛	1.85		晋卿岛	约 0.36
	东岛	1.66		中建岛	约 0.85
	高尖石	5—6		盘石屿	约 0.12

(三) 水文状况

由于珊瑚礁岛具有特殊的成岩物质,又位于大海的环抱中,面积小,海拔低,因此,西

沙群岛有其特殊的水文状况。

(1) 地表水。由于岛屿岩性结构松散,孔裂隙发育,渗透性强,因此,各岛除在湿季有少数低洼地有季节性间歇积水现象外,无地表径流形成。天然地表水主要以泻湖形式存在。这种泻湖在东岛和琛航岛均有分布,都属封闭式。随着成湖时间的加长,泻湖水质有逐步淡化的趋势。东岛的泻湖形成时间较久,与海水已不相通,湖水主要靠大气降水补给,因此,矿化度较低。琛航岛的泻湖,是由于近期强台风作用下,由巨砾垒围成的,下部仍与海水相通,因此,水质矿化度较高。

此外,在永兴岛还有人工挖拙的池塘。这是西沙军民开发海岛的成果。在那里,正在试养淡水鱼类和发展灌溉业。

(2) 地下水。大致可以分为深部咸水和浅部淡水两层。在海平面以下,由于含水层主要为珊瑚贝壳碎屑砂和珊瑚礁灰岩,多孔,松散,使所含地下水与海水相沟通,形成深部咸水层。在该水层的上部,托着一层地下淡水体。淡水体来源主要依靠大气降水补给,它与海水交换的机会较少,多分布于各岛的分水堤内侧,因此被称为浅层淡水(图6)。由于

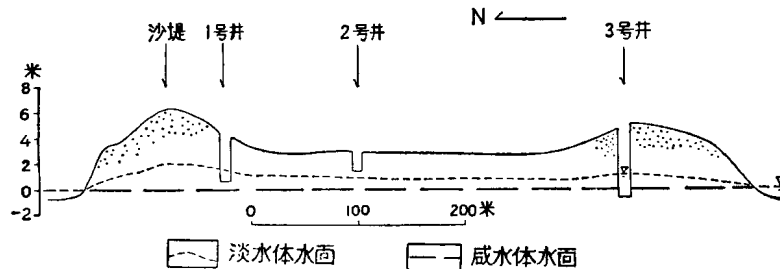


图6 甘泉岛水文状况断面图(海南地质队资料)

岛屿植被茂盛,沙堤发育,故水量比较丰富。据海南地质队资料,岛屿民井抽水结果表明:其单位流量一般在2—8升/秒;最大流量为20升/秒。水位埋深一般为1.5—3.5米,最大埋深为4.06米。由于该淡水体位于深部咸水之上,而深部咸水又与海水相通,因此,淡水体也有随潮汐而涨落的动态变化。

因为各岛成陆时间不同,生物积累、脱盐和脱钙程度也不一致,因此,各岛淡水体矿化度很不相同。有些岛屿的淡水体水量丰富,水质较好,当地军民反映,可用来磨豆腐。其水色清亮透明,无嗅无味,矿化度 <1 克/升。而另一些岛屿,则或多或少带有一些颜色和具有较高的矿化度,但经适当的净化处理后,均可作生活用水。就蔬菜栽培而言,亦有充足的水源以资灌溉,其中的硝酸盐更可作为植物氮素的来源。

(四) 鸟类活动

西沙群岛的鸟类,据初步调查¹⁾,有红脚鲣鸟、褐鲣鸟、军舰鸟、苍鹭、岩鹭、白鹭、草鹭、夜鹭、池鹭、白头鹮、红隼,绿翅鸭、琶嘴鸭、白胸苦恶鸟、暗绿绣眼鸟、普通翠鸟、灰斑鸠、金

1) 由中国科学院北京动物研究所西沙群岛考察组提供。

鹁、金眶鹁、环颈鹁、金咀沙鹁、林鹁、矶鹁、翻石鹁、丘鹁、三趾鹁、灰鹁、大杓鹁、鹁鹁、普通燕鸥、黑枕燕鸥、乌燕鸥、大风头燕鸥、白顶黑燕鸥、四声杜鹃、普通夜鹰、灰喉针尾燕、家燕、树鹁、红喉鹁、田鹁、白鹁、灰鹁、红尾伯劳、红点鹁、栗胸矶鹁、燕矶鹁、白腹鹁、黑喉石鹁、短翅树莺、褐柳莺、斑鹁、黄眉柳莺、松雀莺、黄眉鹁、红褐鹁、山斑鹁、北红尾鹁、蓝翡翠、红角鹁、普通朱雀等六十余种。其中又以红脚鹁鸟数量最多。此类鹁鸟，外形似鹁，白腹、红脚。据渔民介绍，过去西沙群岛此种鸟类极多，成千上万栖息岛上。目前东岛尚有此种白腹的红脚鹁鸟与褐鹁鸟共居于麻疯桐林内。登高远眺，宛如一片棉田。在中建岛等岛屿上，3、4月间还有一些其他鸟类短期在此繁殖。

鹁鸟以食鱼为主。在其栖息之树下，有时可以见到长尺许的鱼类残骸掉落地上。树下有大量鸟粪堆积，久而久之，形成鸟粪层，对土壤形成及性质，有独特的影响。

(五) 植被类型^[8]

西沙群岛之植被，有其自身的特殊性。它不同于达尔文当年到过的基林岛等印度洋上的珊瑚岛。由于它距海南岛较近，加上我国劳动人民长期在岛上活动，因此植被类型多，植物种类丰富。据初步统计，约有植物200余种，为达尔文当年到过的珊瑚礁岛上的植物种类的十倍(见达尔文《一个自然科学家在贝格尔舰上的环球旅行记》，1839年)。特别是由于长期的人为活动，在西沙群岛属于人工引种、栽培的植物达50余种。主要建群植物¹⁾，乔木有白避霜花(*Pisonia grandis*，俗名麻疯桐)、海岸桐(*Guettarda Speciosa*)、海棠果(*Calophyllum inophyllum*)等，灌木有银毛柴(*Messerschmidia argentes*)、草海桐(*Scaevola sericea*，俗称羊角树)、海巴戟(*Morinda citrifolia*)、水芫花(*Pemphis acidula*)、南蛇簕(*Caesalpinia minax*)、许树(*Clerodendron inerme*)和槟榔(*Suriana maritima*)等，草本植物有锥穗纯叶草(*Stenotaphrum Subulatum*)、盐地鼠尾草(*Sporobolus virginicus*)、西沙刺蒴麻(*Triumfetta*)、厚藤(*Ipomoea pes-caprae*)、西沙黄细心(*Boerhavia erecta*)、土牛膝(*Achyranthes aspera*)、假败酱(*Stachytarpheta gamaiconsis*)、纤毛画眉草(*Eragrostis ciliata*)、赛葵(*Malvastrum coromandelianum*)、落地菊(*Tridax procumbens*)、蒺藜草(*Tribulus terrestris*)、决明豆(*Casia tora*)、海刀豆(*Canavalia maritima*)和海马齿苋(*Sesuvium portulacastrum*)等。此外还发现有少量蕨类植物分布，如福建莲座蕨(*Angiopteris fokjeasis*)等。根据植物组成和分布特点，大致可以分成下面五个群落。

(1) 以麻疯桐或海岸桐为主要建群种的群落。在永兴岛和东岛，主要以麻疯桐林为主(见照片26、27)，而在金银岛，虽然也有小片的麻疯桐林，但主要林相由海岸桐构成，还有海棠果林的分布(见照片6、7)。麻疯桐林一般高度在8—10米之间，生长茂密，郁闭度大，林中潮湿，有深厚的枯落物积累。一般多为单层林。在台风和东北强风的影响下，麻疯桐、海岸桐和海棠果等都有秃顶现象，并进而造成局部林相稀疏，促进下层灌木和草本的生长。在永兴岛，下层灌木多为草海桐、海巴戟和银毛柴。而在永乐群岛，则主要为草海桐。草本多为锥穗纯叶草，尤以东岛为典型(见照片8)。

麻疯桐木质疏松，易折，但根基很大(见照片28)，且生命力强，粗大的树枝折断以后，

1) 主要建群植物均请广东省植物研究所协助鉴定。

仍能附着在地上重新生长,因此,虽然西沙群岛强风频繁,而麻疯桐林仍能茂盛地生长。照片 29 所示,是 1974 年 12 月 1 日,27 号台风在永兴岛过境后半个月的情况,虽然秃枝满目,但麻疯桐已开始复苏,下部枝叶一片葱绿,长势十分旺盛。在东北信风的影响下,麻疯桐的林冠也有所改变,迎风面林冠很矮,而背风面则逐渐增高,形成一个 15—20° 的坡面(见照片 9)。

(2) 以草海桐为主要建群种的群落。草海桐在整个西沙群岛分布最广,构成灌木林,一般高度在 3—4 米(照片 30)。在永兴岛和东岛,多与海巴戟、银毛柴等杂生,分布在岛周砂堤上。而在永乐群岛各岛屿上,则很少见到有海巴戟、银毛柴的分布,仅由草海桐单一树种构成岛上的主要林相(除金银岛外)。其高度也较低,在 1.5—3.0 米之间。林内或伴生有藤本的长管牵牛(见照片 31),但很少发现禾本科草类生长。灌木林郁闭度较大,较湿润,也有较厚的枯落物积累。

草海桐灌丛的抗风能力较强,其群体受强风危害的影响较小。但单株植物往往在强风影响下发生变态。照片 10 是一株孤立于石岛东侧坡地上的银毛柴。由于受常风的影响,整个单株仅高 1.53 米,东北方向的树冠几乎没有,而背风方向的树冠,从主干向西北呈旗型,可延伸达 4.89 米。

(3) 草本植物群落。这一群落,主要分布在海滨沙滩和林相受到破坏的地方。前者以厚藤、盐地鼠尾草、蒺藜草、西沙刺蒴麻等为主。而后者则以锥穗纯叶草、纤毛画眉草、西沙黄细心、圆叶黄花榆 (*Sida parvifolia*)、假败酱、磨盘草 (*Abutilon indicum*) 等为主。

这些植物大部分都有耐旱、固沙的特点。有些植物以长藤匍伏于地,纵横交错,处处生根,有很大的固沙能力(如厚藤等,见照片 11、12);有些有很深的根系,在表土以下 85 厘米仍可见其根系(如盐地鼠尾草等,见照片 13);还有些植物则具有肉质的茎叶(如西沙刺蒴麻等,见照片 14),可以在体内贮存较多的水分。

(4) 水生植物群落。主要分布于泻湖四周的间歇积水地带。其优势种为海马齿苋。同时伴生有少许耐湿、耐盐的草本植物。海马齿苋为红茎肉质水草,地表覆盖度很大,即使在干季泻湖水位下降时,仍能使土壤处于饱和水状态。因此在海马齿苋衰亡时,主要进行着嫌气分解,枯落物颜色呈铁灰色。

此外;在季节性间歇积水的低洼地区,还有一些湿性植物分布,如牛鞭草属的几种植物。

(5) 栽培植物群落。以群体分布的栽培植物,主要是椰子和蔬菜类。在永兴岛栽培有大片的椰林,林下开垦为蔬菜地。据当地军民反映,蔬菜栽培在永兴岛已有很长的历史。在东岛亦有成片的椰林分布(见照片 34、40)。椰林高度多在 8—10 米左右,生长茂盛,盛产椰子,其味清凉甘美且微咸,为消暑止渴佳品。在永乐群岛无成片椰林,椰子多以单株分布于屋边井旁。蔬菜的种类亦甚丰富,有瓜果类、叶菜类等。(见照片 42)

在珊瑚岛上,还可见成片的金边龙舌兰(剑麻)生长(见照片 15),亦是人工栽培的植被之一,长势甚好,台风过境时,几乎不受影响,是较好的护堤植物。

除了成群分布的栽培植物以外,在各岛上还零星栽培有山枇杷 (*Terminalia catappa*, 或名杭仁树)、笔杆榕 (*Ficus wightiana*)、近心叶破布木、木菠萝、木瓜、甘蔗、蓖麻、玉米等。

二、活跃的成土过程

西沙群岛的土壤，不论从土壤形成条件、土壤特性以及利用现状来看都是多种多样的。但所有这些土壤之间都不是孤立的，而是相互联系的。他们不仅有各自的个性，也有贯穿于其间的共性。在详细阐述各土壤类型之前，我们先谈一下西沙群岛土壤形成的特点。

(一) 生物积累和分解

西沙群岛土壤的形成，实际上是生物作用形成土壤的一个大实验室。首先，成土母质就是生物本身的骨架。除了有超基性的橄辉岩¹⁾出露的高尖石岛外，其余各岛均为珊瑚贝壳灰岩、珊瑚贝壳砾岩以及尚未胶结的生物骨骼碎屑。因此，西沙群岛土壤不同于一般在火成岩、变质岩、沉积岩和沉积物上发育的土壤，而是在生物岩或生物骨骼碎屑上直接发育的土壤。

西沙群岛土壤形成和其他土壤另一个不同的地方是有鸟粪的参加，并在很大程度上影响着土壤形成过程。岛上植被类型的丰富已如前述，在鸟类和枯枝落叶的影响下，土壤有机质积累过程往往超过分解过程。土壤表层有机质含量一般在 8—10% 之间，某些土壤上的植被郁闭度较大、鸟类活动频繁，土壤表层的有机质含量可达 17—30%，个别的甚至高达 57.0%；而在林相遭到破坏，或植被覆盖较差的土壤上，有机质含量不足 5%。有机质在剖面中的分布状况，如图 7 所示，随剖面的深度增加而急剧减少。土壤表层氮素含量一般在 0.4—0.6%，高的可达 3.85%，其在土壤剖面中的分布特点，与有机质基本一致。C/N 比值一般较窄，在 8—9 之间。这显然是与鸟粪中含有较高的氮素密切相关。

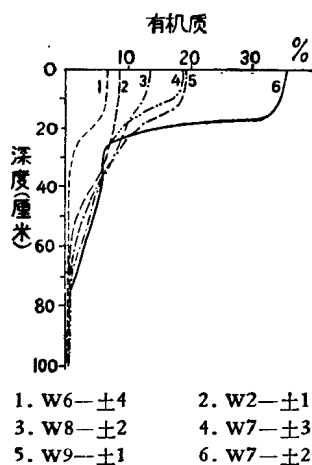


图 7 西沙群岛土壤中有有机质的分布状况

西沙群岛的植被以其特殊的组成对土壤发生影响。我国热带酸性土上植物灰分含量较低，其化学组成中以 SiO_2 为主，可达 1—2%，铁铝的含量也是比较高的。而西沙群岛植被的灰分含量特别高，一般都在 10—20% 之间。其化学组成中，以 Na_2O 、 CaO 、 MgO 、 K_2O 为主。海马齿苋灰分含量达 27.74%，其组成以 Na_2O 为主，达 7.81%。作为西沙群岛植被建群优势种的麻疯桐也是如此，尤其是麻疯

桐叶，灰分高达 30.48%， Na_2O 的含量也在 5—7% 之间(表 2)。虽然，灌木和一般草本植物吸收 CaO 的量居于首位，但对 K_2O 、 Na_2O 、 MgO 的吸收也甚多。从表 3 中可见，植物水提取液中仍含有不少的 Cl^- 和 SO_4^{2-} ，且以 Cl^- 为主。麻疯桐和海马齿苋中 Cl^- 的含量可高达 3% 以上。所以，总的来说，西沙群岛的植被与我国沿海地区的盐生植物很相类

1) 承华东地质研究所郑健同志鉴定为铁染绿泥石化角砾玻基橄辉岩。

似^[9]。所不同的是除含盐量略低外,主要是含有较多的磷和较少的硅、铁和铝。

植物并不是土壤组分的简单反映。上述植物的组成特点是植物选择吸收的结果。从表4所列植物的吸收系数来看,西沙群岛植物吸收 K_2O 、 Na_2O 、 MgO 的能力特别强。

表2 西沙群岛植物化学组成的特点*(占干物质%)

群落	地点	植物名称	灰分	N	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅
乔木	永兴岛	麻疯桐叶	25.91	1.78	0.056	0.013	0.002	5.15	4.35	2.19	5.07	0.81
	永兴岛	麻疯桐叶	30.48	1.45	0.113	0.009	—	5.74	4.00	2.17	7.75	0.83
	永兴岛	麻疯桐枝	11.26	0.96	0.030	0.005	—	1.74	0.79	3.22	1.31	1.25
灌木	永兴岛	槟榔	7.80	1.19	0.037	0.008	0.001	1.26	1.28	1.05	1.23	1.50
	永兴岛	海巴戟	20.06	1.80	—	0.005	—	6.33	1.59	2.47	1.01	1.48
	东岛	水荳花	16.02	0.71	—	0.011	0.001	5.78	1.67	0.68	1.15	1.14
草本	永兴岛	西沙刺蒴麻	13.42	1.18	0.040	0.007	—	2.45	1.89	1.28	2.59	1.56
	永兴岛	厚藤	14.69	1.53	0.172	0.004	—	2.44	1.42	4.15	1.03	1.89
	永兴岛	蒺藜草	19.72	1.24	0.057	0.014	0.002	4.88	1.78	4.78	0.44	1.29
	东岛	纤毛画眉草	17.04	0.54	0.593	0.013	0.002	7.05	0.71	0.61	0.98	0.75
	东岛	锥穗纯叶草	9.90	1.65	0.099	0.072	—	1.25	0.96	1.00	3.77	1.23
	金银岛	西沙黄细心	11.92	1.44	0.009	0.005	0.004	2.02	1.21	2.83	0.72	2.05
咸水草	东岛	海马齿苋	27.74	0.87	0.046	0.013	—	3.38	2.82	2.53	7.81	2.11
西双版纳21种植物鲜叶平均含量(%)			—	1.90	2.67	0.26	0.31	1.60	1.42	0.48	0.10	0.22

* 除西双版纳21种植物外,表内数据由本所土壤地理研究室分析室分析。以下凡属分析室分析的数据,不再加注。

表3 西沙群岛某些植物的水提液组成

植物种类	采集地点	pH (水提)	Cl ⁻		SO ₄ ²⁻	
			毫克当量/ 100克干物质	%	毫克当量/ 100克干物质	%
草海桐枯落物	赵述岛	7.48	5.24	0.186	1.54	0.074
草海桐枯落物	珊瑚岛	6.15	12.59	0.447	5.33	0.256
海岸桐枯落物	金银岛	5.80	17.54	0.623	2.32	0.111
麻疯桐枯落物	永兴岛	9.35	10.05	0.357	1.54	0.074
麻疯桐枯落物	东岛	6.18	45.65	1.621	11.58	0.556
麻疯桐枯叶	永兴岛	9.26	66.61	2.365	—	—
麻疯桐黄叶	永兴岛	8.58	95.73	3.398	3.24	0.156
麻疯桐枝干	永兴岛	5.84	53.94	1.915	3.63	0.174
西沙刺蒴麻	永兴岛	6.95	31.16	1.106	1.39	0.067
厚藤	永兴岛	6.23	37.56	1.333	7.57	0.363
蒺藜草	永兴岛	8.32	42.66	1.514	20.30	0.974
纤毛画眉草	东岛	6.94	19.15	0.680	7.95	0.382
锥穗纯叶草	东岛	7.72	22.20	0.785	5.02	0.241
西沙黄细心	金银岛	6.86	32.25	1.145	—	—
槟榔	永兴岛	5.64	51.98	1.845	8.80	0.422
海巴戟	永兴岛	8.55	36.25	1.287	1.70	0.082
水荳花	东岛	5.84	50.81	1.804	22.77	1.093
海马齿苋	东岛	8.77	90.85	3.225	5.02	0.241

表4 西沙群岛植物的生物积累特点
(土壤占灼烧土%) (植物占灰分总量%)

植被群落	标本数	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅
麻 疯 桐	3	0.29	0.041	0.002	18.05	12.33	14.73	18.88	5.65
土 壤(A层)	4	0.55	0.081	0.015	68.08	1.34	0.055	0.39	26.11
生物吸收系数*		0.53	0.51	0.13	0.27	9.20	267.82	48.41	0.22
元素吸收顺序 K ₂ O > Na ₂ O > MgO > SiO ₂ > Fe ₂ O ₃ > CaO > P ₂ O ₅ > Al ₂ O ₃									
灌 木	3	0.15	0.066	0.008	27.93	11.59	10.03	9.30	11.24
土 壤(A层)	4	0.50	0.099	0.010	63.10	0.87	0.033	0.36	31.27
生物吸收系数		0.30	0.67	0.80	0.44	13.32	303.94	25.83	0.36
元素吸收顺序 K ₂ O > Na ₂ O > MgO > Al ₂ O ₃ > Fe ₂ O ₃ > CaO > P ₂ O ₅ > SiO ₂									
草 本	6	1.06	0.166	0.010	21.76	9.47	16.57	13.06	10.84
土 壤(A层)	2	0.26	0.095	0.002	64.77	1.10	0.075	0.41	30.41
生物吸收系数		4.08	1.75	5.00	0.34	8.61	220.93	31.85	0.36
元素吸收顺序 K ₂ O > Na ₂ O > MgO > Al ₂ O ₃ > SiO ₂ > Fe ₂ O ₃ > P ₂ O ₅ > CaO									

* 生物吸收系数 = $\frac{\text{某元素占植物灰分含量}\%}{\text{某元素占土壤表层灼烧重的}\%}$

吸收 K₂O、Na₂O、MgO、CaO 的系数分别为 $n \times 100$ 、 $n \times 10$ 、 n 和 $n \times 10^{-1}$ 。不论麻疯桐、灌木或草本植物,其总趋势都是一样的。这就显示了植物对土壤的能动作用。

每年数以吨计的残落物归还到土壤,给土壤带来大量有机物质、N素以及K、Na、Ca、Mg等盐类。所以,在成土过程中,除给土壤带来大量盐分外,也对土壤的盐渍过程发生不可忽视的影响。

(二) 盐渍和脱盐

在浩瀚的南海中,西沙群岛星散其上,每一个小岛都被无边的海水所环抱。海浪成年累月、日以继夜地拍击着堤岸,海潮浸润着土壤。飞溅的浪花给海上空气中增加了盐分,强劲的海风又把它们吹送至远方。相反,一次又一次的降水冲洗着土壤的盐分,净化着含盐的空气。茂盛的植物群落也参加了岛上盐分的循环。分析起来,至少有下列这些因子影响着土壤的盐渍过程。

(1) 海水。西沙群岛海域海水的组成和渤海、黄海、东海一样,以 NaCl 为主。矿化度在 30—35 克/升之间,年变化不大(见图 8)。仅在雨量最丰的 10 月,海水的矿化度稍低一些,月最高和月最低含盐量之差,也以该月为最大,其余各月则差异甚小。虽然盐分循环是复杂的,但岛上一切盐分的最终来源,都离不开海水。

(2) 地下水。土壤的盐渍化和地下水的状况是不可分割的。盐渍土都伴随着含盐的地下水。滨海的地下水都受海水补给,其组成与海水一样,为 NaCl 水。矿化度也较高。所不同的是此种地下水,受鸟类活动的影响,含有一定量的 NO₃ (表 5)。在这种地下水的影响下,进行着土壤的盐渍过程。

表5 西沙群岛地下水化学成分

水样编号	采集地点	水样名称	矿化度 (克/升)	耗氧量 (毫克/升)	pH (水液)	SiO ₂ (毫克/升)	FeO (毫克/升)	阴离子 (毫克当量/升)							阳离子 (毫克当量/升)			
								Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺
W6-水1	石岛	井水	2.28	1.58	8.4	1.96	痕量	27.83 0.988	3.77 0.181	0.50 0.015	4.88 0.298	0.0017	0.45 0.028	0.004	4.95 0.099	6.65 0.081	0.75 0.029	24.36 0.560
-水3	永兴岛	井水	0.64	6.35	8.4	0.95	—	2.28 0.081	0.78 0.037	0.31 0.009	3.70 0.266	0.0021	1.11 0.069	0.005	4.22 0.084	1.34 0.016	0.33 0.013	2.52 0.058
-水4	永兴岛	井水	0.74	10.08	8.5	—	—	3.68 0.131	0.82 0.040	0.69 0.021	4.70 0.287	0.0023	0.76 0.047	—	4.32 0.086	1.80 0.022	0.57 0.022	3.77 0.087
W7-水3	东岛	井水	1.68	13.44	8.4	1.05	—	11.77 0.418	1.50 0.072	0.36 0.011	7.21 0.440	0.0066	3.62 0.224	0.001	7.23 0.145	3.35 0.041	1.26 0.049	12.00 0.276
W8-水1	珊瑚岛	井水	2.51	6.64	8.3	—	—	29.65 1.053	5.25 0.232	0.40 0.012	4.87 0.297	—	0.59 0.037	—	5.64 0.113	6.42 0.078	0.83 0.032	27.74 0.638
-水2	珊瑚岛	井水	1.91	6.18	7.7	—	—	21.01 0.746	2.74 0.132	—	6.45 0.393	0.0007	0.01 0.001	0.001	5.99 0.120	4.13 0.050	1.29 0.050	18.07 0.416
W9-水1	金银岛	井水	1.09	3.84	8.2	0.66	—	9.24 0.328	0.94 0.045	0.21 0.006	4.92 0.300	0.0003	1.28 0.079	0.001	6.51 0.130	2.18 0.027	0.47 0.018	6.97 0.160
-水2	金银岛	井水	1.29	6.03	8.6	0.67	—	13.36 0.474	1.63 0.078	1.24 0.037	3.75 0.229	0.0006	0.65 0.041	—	6.91 0.138	2.68 0.033	0.57 0.022	10.19 0.234
-水3	金银岛	井水	1.54	10.50	8.5	1.70	—	14.41 0.512	1.87 0.090	0.88 0.026	5.50 0.336	0.0011	1.33 0.082	—	5.21 0.104	3.13 0.038	0.92 0.036	13.81 0.318
W12-水1	琛航岛	井水	5.00	22.64	7.9	—	—	65.74 2.334	6.85 0.329	—	8.17 0.498	0.0012	0.57 0.035	—	9.42 0.188	11.43 0.139	2.07 0.081	60.65 1.395