

中国热带亚热带地区旱地土壤资源*

赵其国

(中国科学院南京土壤研究所)

中国热带、亚热带地区涉及14个省(区),约217万平方公里,占全国土地面积的22%。本区热量丰富,雨量充沛,≥10℃积温4500—8500℃,年雨量1200—2000毫米,高温与多雨同季,土壤生产潜力甚大。旱地土壤资源是本区粮食作物、热带亚热带经济作物和林牧业发展的重要基地,面积1043万公顷,占全区土地总面积的5.17%,主要分布于低丘岗地及高原山地,共包括以下六种类型(表1)。

表1 热带亚热带地区旱地土壤的主要理化性状

土壤名称	面积 (万公顷)	pH(水)	表土有机 质(%)	全N%	全磷P ₂ O ₅ (%)	全钾 K ₂ O	阳离子 交换量 (毫克当量/ 100克土)	盐基饱和度 (%)	粘粒 含量 (%)	粘粒硅铝率 (SiO ₂ / Al ₂ O ₃)
赤土	30	4.5—5.5	2.0—2.5	0.11—0.15	0.05—0.12	0.5—1.8	6.5—11.5	25—40	50—70	<1.7
赤红土	91	4.8—5.2	1.8—2.0	0.11—0.15	0.03—0.08	1.5—2.5	5.5—10.5	20—30	40—60	1.7—2.0
红泥土	196	5.5—6.5	1.5—2.5	0.05—0.18	0.02—0.05	1.4—1.6	10—15	15—35	40—50	2.0—2.2
黄泥土	193	4.5—5.5	3.0—4.5	0.12—0.19	0.08—0.12	0.8—1.5	8.5—12.5	15—25	30—40	1.6—1.8
紫泥土	418	5.0—8.0	1.0—2.0	0.09—0.12	0.16—0.35	1.6—3.0	8.8—20.5	40—80	30—40	>3.0
耕种石灰土	95	6.0—7.0	1.5—3.5	0.10—0.25	0.09—0.15	0.5—0.8	15—25	>85	40—60	1.3—1.8

(一)赤土 亦称耕种砖红壤,形成于热带雨林及季雨林生物气候条件下。地形多为低丘台地,母质为火成岩。富铝化程度高。以种植旱粮、多年生热作如橡胶、咖啡、椰子、油棕、剑麻、香蕉等为主。通过耕种或园林穴垦方式,使土壤熟化。由于在热带条件下有机质分解强烈,因此应注意地面覆盖,用养结合,防止肥力减退。

(二)赤红土 又称耕种赤红壤,形成于南亚热带季雨林下,地形主要是丘陵台地,母质多为花岗岩及各种酸性岩,有明显的富铝化特征。这类土壤以发展亚热带及部分热带作物,如油茶、油桐、柑桔、甘蔗、香蕉、荔枝、菠萝等为主。土壤水分缺乏,肥力甚低,并有不同程度水土流失,应注意合理利用。

(三)红泥土 又称耕种红壤,处于中亚热带生物气候条件下,由各类红壤长期旱耕熟化而成,广泛分布于山丘台地,母质为第四纪红色粘土及花岗岩等,富铝化程度较上两类为轻。多种植油茶、油桐、柑桔及玉米等亚热带经济及粮食作物。该土壤适种性广,但耕层浅,肥力低,产量不高,需结合增肥,逐步加深耕层,并种植绿肥,增施磷肥,注意养用结合。

(四)黄泥土 亦称耕种黄壤,由黄壤开垦后长期耕作培育而成。主要分布于本区西南高原及丘陵地,母质为砂页岩及花岗岩。这类土壤具有粘、酸、冷、瘦及缺磷的特点,除种杉木

* 本文曾于1986年9月在南京召开的国际旱地土壤会议上宣读。

外，多种植毛竹、茶叶、油茶及某些粮食作物。需注意水土保持，施用石灰及有机肥。

(五)紫泥土 又称耕种紫色土，是紫色土开垦后耕作培育的结果。地形以丘陵盆地为主，母质为紫色岩类。它是本区丘陵地区较肥沃的旱地。甘蔗、烟草、果树及各种粮食作物均能在此类土壤上获得较高产量。在利用上应注意水土保持及实行间种套作。

(六)耕种石灰土 由各种石灰土经耕种熟化形成。集中分布于石灰岩山地丘陵区。土壤在初垦时肥力较高，长期耕种后肥力逐步减退。主要种植玉米及各种豆类。由于土层厚薄不一，易遭旱灾，在利用中应注意解决水源，合理进行轮作与套作。

从上述各种旱地土壤类型的基本性质可以看出，本区旱地土壤资源具有以下特点。

(一)全区旱地土壤分布广阔，类型复杂，并具有明显的水平与垂直分布规律。就水平分布看，赤土主要发展热带作物与热带林业，红泥土主要发展亚热带经济作物和林木；赤红土则在利用上两者兼而有之。从垂直结构看(以云南西双版纳为例)，自下而上为赤土(海拔<600米)、赤红土(600—1000米)、红泥土(1000—1200米)、黄泥土(>1200米)。在利用上相应为旱稻(<600米)、橡胶、油棕(600—800米)、咖啡、甘蔗(800—1200米)、茶叶、木本油料及经济林木(>1200米)。

(二)本区旱地土壤资源的利用现状见表2。由于旱地土壤大多分布在山地丘陵地区，因此在利用上如何充分发挥山地丘陵区的水、热条件，因地制宜、综合发展喜热喜湿性林、果及经济作物，是值得注意的问题。

表2 热带亚热带旱地土壤利用现状

作物	面积 (万公顷)	作物	面积 (万公顷)	作物	面积 (万公顷)
玉米	452	棉花	74	油桐	97
薯类	453	烟叶	525	果树	47
豆类	108	甘蔗	759	橡胶	40
花生	85	茶叶	91		
油菜	163	油茶	408		

注：资料引自“中国红黄壤地区土壤利用改良区划”，所列面积经过换算，其中包括套种、间作及复种面积。

旱地土壤资源不可忽视的方面。

根据上述土壤资源特点，本区旱地土壤应有针对性的采取以下几点综合利用措施。

第一，建立生态农业 针对热带亚热带地区自然植被的多层次结构特点，为充分利用土壤水、热条件和生物物质循环优势，在旱地土壤利用中，模拟自然，建立良好的人工生态系统，有着现实意义。例如海南岛的胶茶间作，云南的樟、茶间作(第一层是樟树，第二层樟树，第三层茶树)；江西、湖南的梨园茶、桃园茶都是很好的经验。

第二，发展立体布局 按旱地土壤垂直分布特点进行作物布局。如黄泥土带发展水源林；红泥土及赤红土带发展经济林木；赤土带宜各种热作。又如云南高原海拔300米以下种橡胶及热作、热林；300—500米种紫胶；500米以上种茶及经济林木。总的原则是：山上林，山下粮；上下结合，综合种植；丘顶薪炭林，丘腰果、茶、桑，丘脚棉、麻、油，沟谷粮田畈。

第三，注意用养结合 旱地土壤必须通过合理施肥，调节水分及改革耕作制加以利用。除施用有机肥外，还需特别注意磷、钾肥及各种微量元素肥料，如硼、钼、锌、镁、铜等。耕种石灰土应注意施用钾肥；橡胶等热作应施磷、钾肥；杉木施磷肥；油茶、湿地松施硼肥；柑

(三)旱地土壤复种指数虽然较高(1.9—2.0)，但土壤存在瘦、酸、粘、板等问题，影响生产潜力发挥，以致使低产田(150—250公斤/亩)在旱地土壤中占1/3，这些土壤急待改良。

(四)旱地土壤大多分布在山坡地，由于雨量充沛而集中，水土易于流失。据粗略统计，遭受侵蚀的旱地土壤面积为450万公顷，约占本区旱地土壤资源的45%。由此可见，防治土壤侵蚀，注意生态平衡是合理利用本区

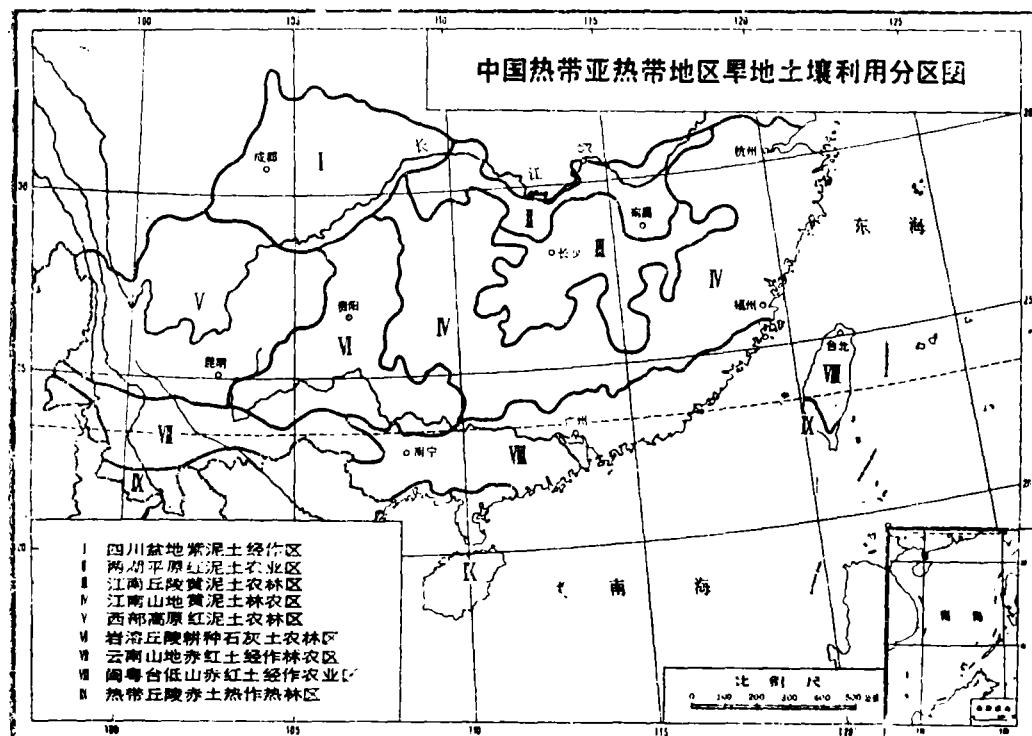
桔施硼、钼肥；油桐、乌柏、蓖麻应施用锌肥。

第四，防治水土流失 这是旱地土壤利用改良的关键。在措施上应大力保持与恢复森林植被，严禁乱砍滥伐。同时应制止陡坡开垦，防止土壤冲刷，加强坡耕地的治理。花岗岩母质发育的旱地，应客土植树，逐步林农结合。紫泥土应全面梯田化，采取果农结合。高原地区的旱地应逐步做到退耕还林及梯田化。耕种石灰土应逐步营造各种喜钙森林植被，防止片蚀。

为了进一步说明中国热带亚热带地区旱地土壤资源的利用特点，兹按其分布状况，将其分为九个利用区（附图），分别对各区的自然条件、土壤性质、利用状况及改良方向概述如下。

I，四川盆地紫泥土经作区 属亚热带气候，为丘陵盆地。土壤除紫泥土外，尚有黄泥土及水稻土。母质以紫砂页岩为主。土壤肥沃、复种指数1.8，盛产粮、油、柑桔、甘蔗等，丘陵地发展果、茶、油茶、油桐、乌柏等，南部发展龙眼、荔枝，利用方向以经济作物与经济林木为主。存在问题是水土流失，干旱严重，低产田面积较大，应发展灌溉，增加复种，保持与培育土壤肥力。

附图



I，两湖平原红泥土农业区 包括洞庭湖与鄱阳湖平原。土壤除红泥土外，尚有潮土及水稻土。是商品粮基地，棉花、麻类、甘蔗、蚕丝等经济作物占有很大比重，油茶、茶等种植面积较大。土壤垦殖率达70%左右。存在问题是洪涝渍害威胁大。在利用上，平原地区以粮为主，丘陵地区以林为主，并应注意水土保持与营造防风林。

II，江南丘陵红泥土农林区 包括中亚热带东部丘陵盆地区。母质主要是砂岩及第四纪红色粘土。土壤以红泥土及水稻土为主。适宜水稻、柑桔、油茶生长，是重要的粮食及经林生产

区。存在问题是毁林开荒；茶、杉、果生产缓慢，产量不稳定。本区应以农为主，经作与经林相结合。丘陵地应大力发展多种经营，扩大柑桔、油茶、桑、果等种植面积。生产中应注意提高现有耕地肥力，防止侵蚀。

IV，江南山地黄泥土农林区 属中亚热带东部山地，海拔500—1500米。母岩大多为流纹岩、浅变质岩、页岩等。植被为常绿阔叶林。土壤除黄泥土外，还有红壤、黄壤及黄棕壤等具有垂直分布特点。是著名的林、茶基地，但洪涝威胁大，产量不够稳定。在布局上应根据“高山林，低山茶，平地粮，溪边竹，河滩桑”进行安排。在大力发展油桐、油茶、板栗、核桃的同时，应注意封山育林，防止水土流失，改造低产田。

V，西部高原红泥土农林区 包括四川盆地边缘山地及云南高原。母质为变质岩及砂页岩。植被为常绿阔叶林。土壤除红泥土外，尚有黄壤、黄棕壤等。土层浅薄，肥力较低，是粮、油、烟的重要产区。云南高原以种植小麦、薯类、蚕豆为主；西部山地以种植松、杉等用材林。利用方向应着重发展粮食及经济作物，并结合发展林业。山顶封育，中部发展核桃，下部种植红花和油茶。北部金沙江河谷可发展喜热作物和林木，如花生、甘蔗、棉花、剑麻和紫胶等。

IV，岩溶丘陵耕种石灰土农林区 包括广西及贵州高原大部，主要为岩溶丘陵，海拔1000—1200米。土壤为各种石灰土，土层厚薄不一，质地粘重，肥力较低。本区云雾多，日照少，适于茶叶生长，为粮、油、茶、烟、果及林木产区。目前土壤的利用率不高，各种林木遭受破坏。在利用上应以农为主，农林结合。重点种植豆类及玉米。陡坡应退耕还林，制止放火烧山。坡地应大力发展茶叶、油桐、油茶、乌柏等经作及药材，还可利用草山草坡发展畜牧业。

VI，云南山地赤红土经作林农区 为云南高原中南部南亚热带地区。以旱地为主，适宜茶叶、甘蔗、紫胶等生长。近年来毁林开荒与水土流失加重。本区利用方向应以林为主，林农结合。干热河谷可扩大甘蔗种植面积；高原丘陵发展牧业；中山及低山发展经济林木。此外应注意封山育林，解决水源，尽快建立茶叶、紫胶生产基地。

VII，闽粤台低山赤红土经作农业区 包括福建、广东、台湾南亚热带低山丘陵地区。母质以花岗岩为主。植被为亚热带季雨林。土壤为赤红土和水稻土。本区利用方向应以经作为主，粮林结合。除种植甘蔗外，还可种植油茶、油桐、柑桔、荔枝、龙眼等。但不少地区森林遭到破坏，洪涝威胁较大，应注意封山育林，营造香椿、金丝李等树种，以改善生态环境。盆地以农为主，可一年三熟，扩大水旱轮作，注意开沟排水。

VIII，热带丘陵赤土热作热林区 本区属热带，包括台南、海南岛及滇南一带。以丘陵台地为主，母质多为火成岩和浅海沉积物。植被为热带雨林及季雨林。是我国重要的热作与热林基地。利用方向以发展橡胶等热作为主；大力营造热带林木；不断提高粮食产量。在种植上应实行立体布局，多层次种植。山顶封山育林，山腰种茶，背风坡种橡胶，迎风坡种其它热作，河谷种甘蔗与水稻。以外，应注意保护热带地区生态平衡及整个生物资源。

目前世界耕地约16亿公顷。按联合国统计，还有近16亿公顷的适耕地，大多集中于北回归线的湿润热带亚热带地区。我国热带亚热带均属湿润气候，现有耕地2793万公顷，占全国耕地28%，而生产的粮食是全国的42%。此外，全区尚有近500万公顷的适耕地。说明这一地区旱地土壤资源具有很大生产潜力。为了适应我国人口增长与粮食的需求（2000年人口达12亿，人均粮食为400公斤），必须采取措施在现有旱地及所有农田上不断提高单位面积产量（目前热带亚热带旱地土壤上的平均粮食单产仅200公斤/亩）。在这方面，除上述（下转第21页）

壤氧化还原电位常处于较低状态，而且导致土壤在干水期间也难以恢复其氧化态，使作物根系的发展受阻而影响生长。另外，板结田的强石灰性也是一个不良因素。主要表现在下列几方面：1. 造成土壤密实坚硬、通透性差，氧化还原电位降低，并常造成潜育化；2. 由于钙质的高位淀积，造成浅层板结、破坏了土壤耕性，增加了耕作阻力，常造成耕层的浅化；3. 除板结现象外，还常伴随有：(1) 土壤的碱性反应。耕层土壤的碱性反应，在石灰性砂泥田，厚层轻度石灰板结田，薄层轻石灰板结田，薄一中层重石灰板结田中，常成为重要的低产因素。当长期停止施用石灰及其他碱性肥料，而且增加有机肥施用量，使耕层pH值降至中性、微酸性范围时，即使中下层板结，水稻产量仍可保持较高水平。例如涪陵区麻塘乡老江屋门口塅，虽然表土17厘米以下的土层中有厚达23厘米的板结层，但由于耕层及犁底层皆是中性至微碱性(pH6.8—7.6)，地下水位不高(低于60厘米)，水稻产量亦不低，其双季稻年亩产1600斤左右(访问数)。而该乡另一田塅(丰山门口塅)，虽然板结程度相当，栽培技术条件也大体一致；但由于土体上部51厘米皆呈碱性反应，因而双季稻年亩产只有800斤左右。(2) 地下水位高。与板结现象常伴随存在的是一些地下水位较高的高位潜育化土壤。这是因为以石灰作肥料的地区，常常把冷底田等地下水位高的田地作为施用重点。

由此可见，石灰板结田低产的原因是复杂多样的，要解决这一问题，并非单一的改良措施所能胜任，其综合改良有待进一步研究。

四、结 论

1. 石灰板结田是一类由不良耕作措施培育而成的次生石灰性土壤。
2. 石灰板结田的形成与母土的物理及物理化学性质有关，其中粘粒的含量与地下水位的变化情况对板结现象的发生发育具有重要的影响。
3. 砂姜一旦形成就不易消蚀，而板结层的解结在极大的程度上又决定于砂姜的解体，这就增加了石灰板结田改良的困难。
4. 石灰板结田在水稻土分类上占有重要的位置。
5. 石灰板结田的障碍因素是复杂多样的，应根据具体情况改良，如石灰性砂泥田与珊瑚底田的改良措施就应有很大的不同。

(上接第4页)

各项利用途径外，从整个旱地土壤的利用前景看，今后必须朝低投入的集约管理技术及高效益的经济收获方向努力。这就是通过利用有利的生物气候资源，培育抗性强、耐低肥及高产的品种，采用高效的开垦、种植、施肥与耕作技术，以及最大限度地利用生物固氮作用等。总之，在集约耕种的基础上，采取综合的农业技术措施，进一步发挥旱耕地的经济效益与生态效益，从而获得较高的作物产量，这将是解决当前及今后我国热带亚热带旱地土壤资源合理利用的有效途径。

(参考文献略)