

YUNNAN TURANG FEILIAO YU NONGTIAN JIESHUI YANJIU

云南土壤肥料 与农田节水研究

——云南省土壤肥料学会第十届理事会论文集

■ 云南省土壤肥料学会 编

云南出版集团公司
云南科技出版社

云南土壤肥料 与农田节水研究

——云南省土壤肥料学会第十届理事会论文集

■ 云南省土壤肥料学会 编

江苏工业学院图书馆
藏书章

云南出版集团公司
云南科技出版社
· 昆明 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

云南土壤肥料与农田节水研究 / 云南省土壤肥料学会
编. —昆明: 云南科技出版社, 2008. 9

ISBN 978 - 7 - 5416 - 3018 - 7

I. 云… II. 云… III. ①土壤学: 肥料学—文集 ②农田
灌溉—节约用水—技术—文集 IV. S158 - 53 S275 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 149223 号

云南出版集团公司

云南科技出版社出版发行

(昆明市环城西路 609 号云南新闻出版大楼 邮政编码: 650034)

昆明理工大学印务包装有限公司印刷 全国新华书店经销

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 26.875 字数: 620 千字

2008 年 9 月第 1 版 2008 年 9 月第 1 次印刷

印数: 1 ~ 1000 册 定价: 58.00 元

编辑委员会

主 编：毛昆明 窦晓黎

副主编：陈天友 何晓滨 仲伟章 郑 毅 苏 帆 段宗颜
汤 莉 董宝生 李永梅 王文富 叶光祯 赵汝铭
蔡志远

编 委：（排名不分先后）

毛昆明	窦晓黎	陈天友	何晓滨	仲伟章	郑 毅
苏 帆	汤 莉	董保生	李永梅	王文富	叶光祯
赵汝铭	洪丽芳	赵正雄	尹增松	黄兆贞	段庆钟
蒋云东	杨义三	寇兴荣	杨理芳	胡 云	王劲松
陆永生	敖国选	王秀华	尹胜鑫	张定红	杨继刚
孙应来	罗开忠	张国云	尹正红	蔡志远	

审 稿：王文富 叶光祯 赵汝铭 陈天友

強化土肥技術推廣
促進農業提質增效

湯克仁

二〇〇六年六月廿日

前 言

云南省土壤肥料学会是一个以学术交流和普及土壤肥料科学技术知识为主要任务的群众性学术团体，是联系云南广大土肥科技工作者的纽带和桥梁，联系着全省成千上万的土肥科技工作者，是促进云南农业又好又快发展的重要社会力量，也是展示云南土肥技术的一个重要平台。云南土壤肥料学会成立于1953年，直属云南省科协和中国土壤学会领导，现有会员747人，分布在云南省的科研、教育和土肥科技推广等部门，是云南省自然科学学会中人数较多，力量较强的一个学会。

云南省土壤肥料学会成立以来，团结云南广大土肥科技工作者，不畏艰难，努力创新工作，充分发挥学会联系广泛、人才荟萃和社会地位客观超脱的优势，紧紧围绕云南农业可持续发展中的热点、难点问题，积极开展综合性的调研和决策咨询，向国家农业部和省农业厅建言献策，先后撰写了一批又一批土肥方面的科学专著，《红壤利用改良》、《改良低产田地》、《云南绿肥品种简介》、《云南土壤》、《云南土种志》、《云南土壤环境背景值研究》、《云南土壤图》、《云南省有机肥料》、《云南农田建设》、《山区农田基本建设》、《云南坡改梯技术》、《云南省农田建设技术规程》等多册，为云南的土肥技术推广、科学知识的普及、土肥学术交流起着积极的作用。

2008年中央1号文件《中共中央、国务院关于切实加强农业基础建设进一步促进农业发展农民增收的若干意见》明确指出：“要突出抓好农业基础设施建设，大力发展节水灌溉，加强耕地保护和土壤改良，重点支持基本农田整理、灾毁复垦和耕地质量建设。加大力度改造中低产田，扩大测土配方施肥规模。加快实施旱作农业示范工程，建设一批旱作节水示范区”。为进一步加快云南土壤改良、培肥地力，建设高产稳产农田，提高耕地综合生产能力，打牢结构调整、产业培植和农业发展、农民增收的基础，切实把建设社会主义新农村的任务落到实处，云南省土壤肥料学会于2008年初召开了理事扩大会，与会理事和相关专家就云南耕地质量建设与节水农业现状等问题进行了广泛的研讨，并决定收集全省土壤肥料学会会员近年在土壤肥料

科技领域的技术成果，在云南省土壤肥料学会第十届理事会期间出版《云南土壤肥料与农田节水研究》论文集。

在这样的背景条件下，学会办公室以各会员单位为基础，议定了《云南土壤肥料与农田节水研究》论文集的提纲和格式，要求会员积极撰写论文。在广大会员的积极支持和参与下，共收到论文 119 篇，经专家组评审，选出 81 篇编辑成册出版，供同行和有关领导参考。

本论文集所收编论文结合云南实际，从不同的专业，多角度进行论述。全书共分为四个部分，第一部分“农田建设与节水农业研究”；第二部分“耕地质量建设与土壤墒情监测研究”；第三部分“肥料开发利用与合理施肥研究”；第四部分“土肥化验室建设与测试分析研究”。内容丰富，是我省土肥工作实践经验的总结，是众多专家和技术人员智慧的结晶，具有可操作性强、技术实用的特点，对云南农业可持续发展具有参考价值和现实指导意义。本书在编辑过程中，省农业厅汤克仁副厅长、云南农大毛昆明副校长、云南省土肥站窦晓黎站长给予了热情指导；同时得到云南省农科院农业环境资源研究所、云南农大资源与环境学院、云南省土肥站及各州市土肥站的大力支持，在此一并致谢。同时由于学会办公室人员少，水平有限，加之部分编写人员的时间仓促，书中不妥之处在所难免，敬请读者见谅！

云南省土壤肥料学会

2008 年 7 月

目 录

第一部分 农田建设与节水农业研究

云南土地地带性各土类与植物分布相关性测定研讨	廖士长 窦晓黎 王文富 毛昆明(2)
浅谈云南节水农业的现状与发展对策	陈天友 窦晓黎 刘海萍 仲伟章 王 进(19)
稻草编织物覆盖对坡耕地红壤水土流失的控制和玉米生长的影响	邢向欣 郑 毅 汤 利(24)
德宏州高稳产农田建设中存在的问题和对策	韩东亮(29)
坡耕地生物篱节水技术的效应研究	陈天友 窦晓黎 王 进 刘海萍(32)
纤维编织物的吸水特性及其在水土保持中的应用	陈 曦 李永梅 郑 毅(37)
云南坡耕地可持续利用潜力的挖掘	贾秋鸿 刘建香 郭云周 田 树 杨 云 杨世先(42)
保水缓释肥对氮素的缓释及保水效果研究	郭建芳 李成学 王曰鑫 谢春琼(50)
利用管理方式对云南坡耕地养分带走的影响	刘建香 贾秋鸿 郭云周 田 树 杨 云(55)
城郊地表水环境农业面源污染分析及其研究进展	张德刚 陈永川 汤 利(60)
干旱对玉米栽培的影响及对策	孙启铭(64)
旱作节水与农民增收探讨	杨义三 冯宝瑞 郭琼珍(68)
禄丰县退耕还林农户基本口粮旱地改良与利用措施探讨	刘少龙(72)
小麦/蚕豆间作与小麦单作对土壤水势的影响	周绍松 李永梅 郑 毅 周 敏(76)
小麦根系固土拉力的原位测定研究	毛妍婷 郑 毅 李永梅(80)
雨养农业区节水农业措施的商榷	李洪文(87)

第二部分 耕地质量建设与土壤墒情监测研究

大理洱海湖滨区土壤酸化成因与修复技术初探	杨理芳 李玉泉 赖进红 李丽槐 苏玉柱 杨锡银(91)
滇池主要入湖河道口旱季/雨季水质变化研究	王自林 李永梅 张维理 张怀志 赵 平(96)
马铃薯“三季串换”轮种技术的研究	左灿文 仲伟章(102)

滇池流域大棚土壤盐分纵向分布特征研究	王 艳 邓玉龙 文波龙 张乃明	(106)
红壤长期定位试验监测对地力培肥和作物效应研究	戴茨华 王劲松	(111)
初探不同品种氮肥在土壤中的转化		
..... 李成学 郭建芳 胡全才 谢春琼 方 飞 李 巍		(119)
作物秸秆资源利用调查研究	陆永生 张翠云 黄 洁 蔡正明	(125)
长期不同施肥对瘦红土肥力及作物产量的影响	饶荣良 杨志坤 于丽华	(132)
浅谈耕作土壤污染及防治措施	杨家全 张道祥	(138)
耿马县耕地土壤养分现状及施肥对策	饶荣良 陈书锋	(142)
光叶紫花苕绿肥对后作水稻产量的影响	温源婕 彭发元	(149)
会泽县绿肥生产发展现状及对策	谭国会	(152)
基于 GIS 的土壤信息系统的建立	邱学礼 闫 辉	(156)
平衡施肥对土壤肥力的影响	刘陆德	(163)
普洱市主要耕作土种土壤养分变化及培肥改良措施		
..... 武广云 孙应来 温源婕 张德全 杨长福		(166)
新建坡改梯地种植绿肥作物培肥试验研究初报		
..... 温源婕 彭发元 张 丹 张德全 孙应来		(171)
砚山县土壤肥力状况与施肥建议	叶顺莉	(176)
有机肥施用对植胶土壤影响的研究进展	杨丽萍 苏海鹏 李春丽	(181)

第三部分 肥料开发利用与合理施肥研究

正确认识和把握中量元素肥料

..... 尹增松 何晓滨 李亚娟 郭引芳 刘海萍 徐 红		(186)
废弃烟末高温堆肥过程中全量养分的动态变化		
..... 李少明 汤 利 范茂攀 肖靖秀 洪常青 段艳涛 竹江良		(192)
缓/控释肥料的研究现状、存在问题及展望	王自林 李永梅 赵 平	(197)
不同轮作模式下云南大田养分平衡分析	胡万里 段宗颜 陈拾华 杜彩艳	(202)
微生物菌剂在生物有机肥研制中的作用	刘晓琳 竹江良 汤 利	(207)
养分精准管理对土壤-烤烟体系中的 N、P、K 养分利用率及产量品质的影响		
..... 苏 帆 付利波 陈 华 洪丽芳		(211)
平衡施肥对云南曲靖小麦生产的影响	陈 华 付利波 苏 帆 洪丽芳	(218)
平衡施肥在云南茶叶生产上的应用技术研究		
..... 付利波 苏 帆 陈 华 洪丽芳		(223)
不同氮磷用量对大蒜产量及土壤养分的影响	李丽槐 杨理芳 杨锡银	(229)
云南省农业有机废弃物资源与肥料化利用现状		
..... 竹江良 刘晓琳 李少明 汤 利		(237)
平衡施肥对咖啡产量和品质的影响		
..... 尹 梅 付利波 陈 华 苏 帆 洪丽芳		(241)

3414 试验统计分析方法及应注意的问题

..... 孔令郁 何晓滨 吕云会 熊 艳 樊亚东(248)

桉树施用硼锌钼微量元素肥料试验研究初报

..... 张德全 彭发元 孙应来 李成华 粟国磊 向明欢(254)

不同施肥对马铃薯产量的影响 杨国苍 杜留祥 陈建林 陈吉昆(258)

测土配方施肥在德宏州农业可持续发展中的实践与前景 韩东亮 韩会俊(265)

呈贡县大渔乡无公害蔬菜生产现状、问题及对策 赵培武 张建琼(268)

呈贡县化肥使用情况、问题及对策 赵培武(271)

有机无机复混肥在万寿菊上的应用效果研究

..... 杜留祥 高建林 吕水芬 毕士留(274)

灰色模型应用于甘蔗施肥指标体系建立

..... 段云荣 王增明(277)

氮、磷、钾肥配施对水稻产量影响的研究 杨从兴 陶丽华 余 琨 张建波(286)

德宏州主要农作物施肥现状与肥料利用率调研

..... 韩东亮 穆庭兰 朗光富 杨明荣 罗安荣 黄有强(290)

施用植物生长调节剂“复旦复农”对茶叶产量的影响

..... 杨丽红 李 达 许自刚 李 红 马树红(296)

耿马县农户施肥现状及施肥对策

..... 罗开忠 饶荣良 汪天荣 欧阳贵芳 梁国庆(300)

控释氮肥对水稻生产的影响 蔡志远 郑凤萍 吴德喜(304)

丽江市农田生态系统养分循环与平衡研究 范茂攀 李少明 郑 毅(309)

临沧市有机肥资源利用现状与发展对策 张云龙 杨志坤 于丽华(314)

硫酸钾镁肥对柑橘、香蕉、水稻增产效果及适宜施用量的研究

..... 陆永生 张翠云 蔡正明 李宇明 谭晓琴 林祖石 梁 旭(319)

尿素不同施用深度对地膜玉米的影响 孙启铭(325)

农作物一次性施肥研究及应用 杨义三(330)

普洱市施肥技术试验与推广 孙应来(333)

浅谈钾肥在水稻上的应用 杨汝秀(337)

水稻肥料效应校正试验效果浅析 欧阳贵芳 刘伟群(342)

新型复合微肥肥效试验研究初报 余佳英 毛 辉(346)

砚山县小辣椒配方施肥研究初报 范仕荣 梁昌禹(351)

油菜高产栽培施肥与密度试验研究 柴绍荣 李学金 施艳珍 李开丽(354)

有机肥和化肥对无公害蔬菜生产的影响 苏 帆 付利波 陈 华 洪丽芳(359)

有机无机配方肥对烤烟生长发育和产量产值影响的试验研究报告

..... 杨理芳 杨锡银 朱 凯 杨 程 程政文

邹家明 高继雄 李雪峰 单 奎 周慧菊(368)

玉龙县耕地地力调查与质量评价和土壤改良利用的对策和建议 杨继刚(376)

玉米施用生物有机肥料试验 杨丽红 李 达 许自刚 李 红 马树红(382)

重钙在玉米的肥效试验初探 毛 辉 余佳英(388)

第四部分 土肥化实验室建设与测试分析研究

云南省土壤肥料实验室建设现状、问题及对策建议 杨清华(394)

土肥实验室检测质量控制方法分析 樊亚东 杨雪兰 赵履静(398)

土壤全氮测定的不同消化方法的探讨 徐 红 毛 辉 余佳英(402)

土壤全氮不同检测方法的技术要点和注意事项 时艾旻(405)

临沧市土壤肥料测试体系现状、问题及对策 罗开忠(409)

土肥实验室建设应注意的问题 樊亚东 杨雪兰(412)

土壤有效磷比色测定法的研究 赵履静 刘 荣(415)

第一部分

农田建设与节水农业研究

云南土壤地带性各土类与植物分布相关性测定研讨

廖士长¹ 窦晓黎² 王文富² 毛昆明³

(1. 大理州土壤肥料工作站; 2. 云南省土壤肥料工作站; 3. 云南农业大学)

摘 要 本文以云南自然土壤十一个土类及分布高程数值, 以及各土类主要分布的植物种及高程为基础, 分析计算二者分布高程之间的相关系数, 结果是二者存在极显著的相关关系, 同时建立了直线回归方程, 充分证明了这个生态现象和地理共存现象的客观存在。同时对比研究了年均温、年降雨量等成土因素, 与这些植物分布高程也存在着极显著的影响。为资源及生态环境的调查、开发、保护提供了翔实可靠的基础参考依据。

关键词 地带性土壤 共存植物 相关显著

云南高原位于青藏高原东南面, 横断山脉南部。境内奇峰挺拔、江河深切。具有从热带雨林到冰川裸岩的不同梯度的生物-气候带谱, 是阶梯状的活样本, 垂直分布了从砖红壤到高山寒漠土的较齐全的地带性土壤类型。老一辈的土壤学家对云南土壤做了大量的调查、研究工作。1936 年梭颇 (J. Throp) (总工)、侯光炯院士 (副总工) 在《中国之土壤》(英文版) 一书中, 就采用了大量的云南材料。李庆逵院士研究过兔耳关系、昆明系“砖红壤”; 朱莲青教授 (1938) 调查过滇南边地; 宋达泉教授 (1938) 调查过滇西边地; 格拉西莫夫、马溶之院士 (1955)、侯光炯院士 (1953) 研究橡胶宜林地; 1957 年“云南土壤区划”, 邹国楚教授、赵其国院士 (1957), 对云南土壤调查的分类研究做了大量的奠基工作, 但多以点线调查为主, 且沿用老一代的分类体系, 未建立很完备全面的土壤分类系统。到 1979 年, 全国开始了第二次土壤普查, 云南开展了全面的土壤调查工作, 历时 11 年, 参加三千多人次, 逐村逐块地调查研究, 逐级汇总, 到 1996 年《云南土壤》和各种土壤图幅相继面世。按 1984 年中国土壤分类系统的标准, 首次建立了云南土壤分类系统, 全省共分出 7 个土纲、18 个土类、145 个土属、288 个土种。绘制了“云南省土壤图”、“土地利用现状图”等各种图幅。既覆盖了全省面积 (亩), 也澄清各类型土壤分布范围、面积、海拔高程; 土壤发生条件; 土壤特征、特性、理化性质等。且有明确的界定, 做到上下对口, 资料齐全, 面积、分布高程、条件、土壤理化性质, 做到尽可能的数值化、标准化。因此, 建立了各类型土壤上下分布植物种确切的依据和基础。

云南植物采集从 1883 年开始约 130 余年历史, 新老数代植物学家, 带领庞大的采集、调查、研究队伍, 采集了上百万号植物标本, 近年来又定名、正名、确认了数以千

计的新种。《云南植物志》等著作出版,对云南植物的种类、分布范围(到县)、海拔高程,均有系统的、规范的、翔实准确的记载。这些定量化的数值,也为植物分布与土壤类型关系,提供了依据和数值测定的基础。

1 取材和方法

在各类土壤多年野外调查记录的植物种基础上,上述著作重点校正、修改、补充了重点科,如樟科、桑科、唇形科、芍药科、夹竹桃科、茜草科、龙脑香科、肉豆蔻科、毛茛科、石竹科、罂粟科等;大戟科、壳斗科、杨柳科、蔷薇科、竹亚科、裸子植物、石南科等。共定 13000 多种次,确认 5922 种与相应土壤存在共存:地带性土类 11 个,筛选了 3998 种为代表群,最多赤红壤达 855 种,最少燥红土 63 种(参见《植物土宜博览》,178~269 页),表 1 为分科平均值。经浓缩以每个分布高限低限中值($\bar{x}$),以科为单元计算总平均值($\frac{\sum x}{n}$),见表 2。各类土壤的各类型植物分布高程平均值,变异系数(C、V)均<30%可靠。

各土类特有分布代表植物种类的拉丁名(最常见及珍稀种):

1.1 砖红壤带

肉豆蔻科的云南肉豆蔻(*Myristica yunnanensis* Y. H. Li)等 7 个种;五桠果(*Dillenia indica* L.)等 3 个种;龙脑香科的望天树(*Paealhoorea chinensis* Wang Hsie)等 7 个种;玉蕊科的小叶金刀木[*Barringtonia pendula* (Griff) Kurz];红木科的红木(*Bixa orellana* L.);牛栓藤(*Connarus paniculatus* Roxb)等 4 个种;稳翼科的稳翼(*Crypteronia paniculata* Bl.);海桑科的八宝树(*Duabanga caricapapaya* L.);五隔草科的五膜草(*Pantaphragma sinense* Hemsl. ct. wils);花桂草科的狭叶花桂草(*Stylidium tenellum* Swartz)。

1.2 赤红壤带

木棉科有木棉(*Bombax malabaricum* DC.)等 2 个种;虎皮楠科的大叶虎皮楠(*Daphniphyllum yunnanense* C. C. Hsiao);赤苍藤科的赤苍藤(*Ergthrophium scandens* Bl.);山柚子科的山柑(*Canleria rheedu* Gmelin);钟萼木科的伯乐树(*Brelich neidera* Sinensis Hemil);马尾树科的马尾树(*Rhoiptelea Chiliantha* Diels et Hand);四角果科的四角果(*Carlemennia tetragona* Hook f.);竹芋科的冬叶(*Rhoiptelea chiliantha* Diels et Hand.);露兜树科的山菠萝(*Pandanus furcatus* Roxb.)等 2 个种。

1.3 红壤带

银杏(*Ginkgo biloba* L.);领春木(*Euptelea plaiosperma* Holk. j. et Thoms.);水青树(*Tetracantan sinense* Oliv.);大血藤[*Sargentodoxa cuneata* (Coliv.) Rehd. et. Wils.];金粟兰科的四块瓦及其变种(*Chloranthus holostegius* var. *trichoneurus* K. F. Wu);亚麻科的异腺草(*Anisadenia pulercens* Griff.);茶科的千针[*Acroglochis persicarioides* (Poir) Mog. in. DC];马桑科的水马桑(*Coriaria nepalensis* Wall.);古柯科的东方古柯[*Erythroxylon kunthianum* (Wall.) Kurz];鼠刺科的老鼠刺(*Itea chinensis* Hook. et. Arn.);杨梅科有矮杨梅(*Myrica nana* Chebal.)等 2 个种;大麻科的滇律草(*Humulus yunnan-*

sis Hu); 十萼花科的十齿花 (*Dipentodon luieun* Dunn.); 紫树科的滇西蓝果树 [*Nyssa shweliensis* (W. W. Smith.) Airyshaw.]; 苎里木科的椴叶烂泥树 (*Toricellia tillitolia* (Wall.) . DC.); 半边莲科有红根一枝花 (*Latelia colorata* Wall.) 等 5 个种; 车前科有大车前 (变种) (*Plantago major* var *vulgaris* Pilg) 等 2 个种; 百部科有云南百部 [*Stemona mairei* (Levl.) Krause]; 仙茅科有绒叶仙茅 [*Curculigo chassifolia* (Baker) Hook. f.];

1.4 黄壤

旌节花科有云南旌节花等 5 个种 (*Stachyurus yunnanensis* Fr.); 金粟兰科的及己 (四对叶) [*Chloranthus serratus* (Thunb.) Roem. et. Schult]; 小二仙草 [*Haloragis chinensis* (Lour) Merr.]; 杜仲科的杜仲 (*Eucommis ulmoides* Oliv); 七叶树科的天师栗 (*Aesculus wilsonii* Rehd.); 马尾树科的马尾树 (*Rhoiptelea chiliantha* Diels et Hand.); 仅分布黄壤区, 但赤红壤上段也有, 珍稀植物分布已很狭; 延龄草科的球药隔舌桔 (*Paris fargesii* fr.)。

1.5 燥红土

攀枝花苏铁 (*Cycas panzhihuaensis* L. Zhou et s. y. Yang); 旱地油杉 (*Ketelearia xerophila* Hsueh et S. H. Huo); 霸王鞭 (*Euphorbia royeana* Boiss.); 滇榄仁 (*Terminalia franchetii* Gagnep.); 仙人掌 [*Opuntia monaxantha* (Willd.) Haw.]; 千屈菜科的虾子花 [*Woodfordia fruticosa* (L.) Kurz.]; 萝藦科的牛角瓜 [*Calotropis gigantea* (L.) Drgand.].

1.6 黄棕壤

西南旱蕨 (*Pellaea smifhii* c. chc.); 欧洲金毛裸蕨 [*Gymnopteris marantae* (L.) Ching.]; 大理罗汉松 (*Podocarpus forrestii* Craib et W. W. Smith.); 丽江铁杉 (*Tsnga forrestii* T. L. Ming.) 等 8 个种。

1.7 棕壤

酢浆草科的三块瓦 (*Oxalis griffithii* Edgew. et. Hook. f.); 蔷薇科花椒属的江南花椒 [*Sorbus hemsleyi* (Scheid.) Rehd.] 等 10 个种; 柳属有大节柳 (*Salix resecta* Diels) 等 6 个种; 高山栎属有矮高山栎 (*Quercus monimotricho* Hand. - Mazz.) 等 5 个种; 杜鹃花属有云南杜鹃 (*Rhododendron yunnanense* Franch.) 等 43 个种; 竹亚科有曲杆箭竹 (*Farglsia sulylexuosa* Yi) 等 12 个种。

1.8 暗棕壤

有鹿蹄草科的独丽花 [*Moneses uniflora* (L.) A. Grag.]; 毛茛科有苍山草乌 (*Aconitum contortum* Finet et Gagnep.) 等 20 个种; 高山栎属有川滇高山栎 (*Quercus aguifoloides* Rehd. et. Wils) 等 11 个种; 柳属有孔目矮柳 (*Salix kumgmuenensis* Mao et W. . Z. Li) 等 6 个种; 杜鹃属有短桂杜鹃 (*Rhododendron brachyanthum* Franch.) 等 14 个种。

1.9 棕色针叶林土

有毛茛科乌头属的马耳山乌头 (*Aconitum delavayi* Franch) 等 12 个种; 杜鹃花属有毛喉杜鹃 (*Rhododendron crphalanthum* Franch) 等 43 个种; 兰科有云南沼兰 [*Malaxis yunnanensis* (schlecht.) Tang et Wang] 等 11 个种; 狸藻科的捕虫堇 (*Pinguicula alpina* L.)。

1.10 亚高山草甸土

乌头属的短柄乌头（雪上一枝蒿）（*Aconitum brachypodum* Dielw）等 14 个种；罂粟科有丽江绿绒蒿（*Meconopsis forrestii* Prain）等 10 个种的绿绒蒿植物；十字花科葶苈（*Draba lichiangensis* W. W. Smith）等 6 个种；红景天属有德钦红景天 [*Rhodiola atuntsuensis* (Praeg) Fu] 等 4 个种；玄参科马先蒿属有阿墩子马先蒿（*Pedicularis atuntsiensis* Bonati）等 22 个种；莎草科有短轴蒿草（*Kotresia prattii* C. C. Clarke）等 4 个种。

1.11 高山寒漠土

有玉龙蕨 [*Sorolepidium duthiei* (Hope) Ching]；梭沙毛茛（*Ranunculus glareosas* Hand - Mazz.）；葶苈属有喜山葶苈（*Draba oreades* Schrenk.）等 7 个种；红景天属有丽江红景天 [*Rhodiola likiangensis* (Food.) Fu] 等 2 个种；石竹科无心菜属有梭沙无心草（*Arenaria fridericae* Hand - Mazz.）等 7 个种；菊科凤毛菊属的水母雪莲花（*Saussurea medusa* Maxim.）等 8 个种。

2 测定结果

(1) 土壤类型分布高程与成土因素：年均温**、年雨量、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温、朗格雨量指数（ $\frac{\text{年雨量}(r)}{\text{年均温}}$ ）**，均达显著水平。土壤 pH 不显著（见表 5）。雨量、温度是成土因素中影响土壤分布高程的主要因素，相关显著，客观存在。

(2) 土壤类型分布高程与植物分布高程之间，相关系数达 0.9970**，极显著。植物与年均温之间为负相关（即海拔下降，温度升高）相关 r 达 -0.9822**，与年雨量之间为 -0.6696*（见表 3），可以说土类分布高程、温度、雨量，相对植物分布高程影响显著，相互的共存关系明显存在。

土壤类型高程分布与植物分布（总）之间建立的直线回归方程 $\bar{y} = 136.1675 + 0.9935X$ ($n=11$, $F=9.00^*$)，达 5% 显著水平（见图和表 6），二者存在明显的定量数值关系。

3 结果研讨

(1) 筛选采用的 3999 种，代表各土类分布共存的植物种，是最常见的绝大多数，相关 (r) 达 10% (0.9970**) 显著水准，各类植物（参看表 3）均不例外，证明二者共存，客观存在是可置信的。

直线回归方程的建立也达 0.05 显著水平，说明二个梯度间还存在定量的数值关系。而地形复杂（东西部哀牢山为界），纬度差、东西坡面差、地区差（如滇东北黄壤分布下降）造成温度相差的影响及干扰，未达极显著水平。但达显著表明二个分布梯度的定量关系仍明显存在。

(2) 成土诸因素（主要的）与土壤、植物高程分布的关系。成土诸（主导）因素，也是生态环境条件与土壤、植物分布梯度关系密切。

①温度：年均温、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年积温的垂直分布梯度与土壤、植物分布梯度，相关系数 (r) 均达 0.01 极显著水平，关系密切。

表 1 各土类分布的植物种分布高程平均值及种数分布海拔表

土类	植物种分布高程														
	特有分布代表种类			裸子植物			双子叶植物						单子叶植物		
							原始花被类			变形花被类					
	所属科	分布海拔	种数	所属科	分布海拔	种数	所属科	分布海拔	种数	所属科	分布海拔	种数	所属科	分布海拔	种数
砖红壤	肉豆蔻科	712.8	7	买麻藤科	725	2	1. 番荔枝科	632	15	2. 白花菜科	556	4	1. 萝藦科	582	1
	五桠果科	471.6	3	肉托竹柏	695	1	藤黄科	609	7	桃金娘科	416	4	旋花科	598	8
	龙脑香	510.7	7	云南苏铁	900	1	田麻科	616	4	野牡丹科	460	4	马鞭草科	645	1
	玉蕊科	750	1				杜英科	446	3	使君子科	625	4	六芭藤科	625	2
	红木科	800	1				锦葵科	685	9	金丝桃科	595	3	2. 柿树科	616	5
	牛栓藤科	585	4				大戟科	513	31	梧桐科	388	1	山榄科	850	2
	五隔草科	735	2				苏木科	548	8	含羞草科	516	3	马钱科	673	3
	花桂草科	650	1				桑科	529	14	茶茱萸科	630	4	夹竹桃科	622	5
	稳翼科	645	2				翅子藤科	462	7	鼠李科	631	5	茜草科	647	3
	海桑科	775	2				橄榄科	588	6	芸香科	566	1			
	四数木科	600	1				无患子科	548	7	楝科	552	7			
	万寿果科	775	1				漆树科	563	9						
总计															

砖红壤