

上 篇

中國紫色土

PURPLE SOILS IN CHINA (1)

中国科学院成都分院土壤研究室

科学出版社

P525
11.8 7.6

中国紫色土

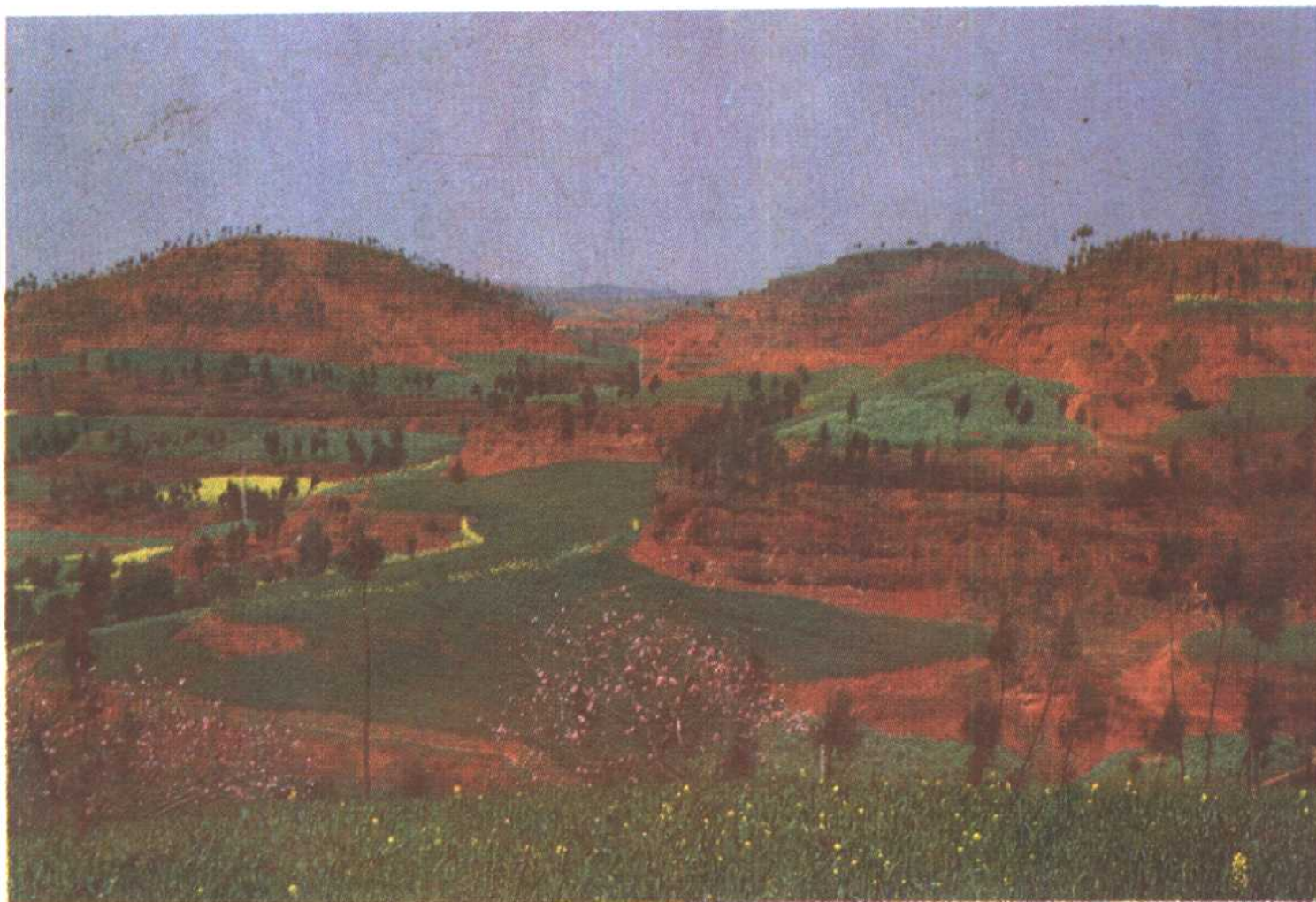
(上篇)

Purple Soils in China (1)

中国科学院成都分院土壤研究室 著

科学出版社

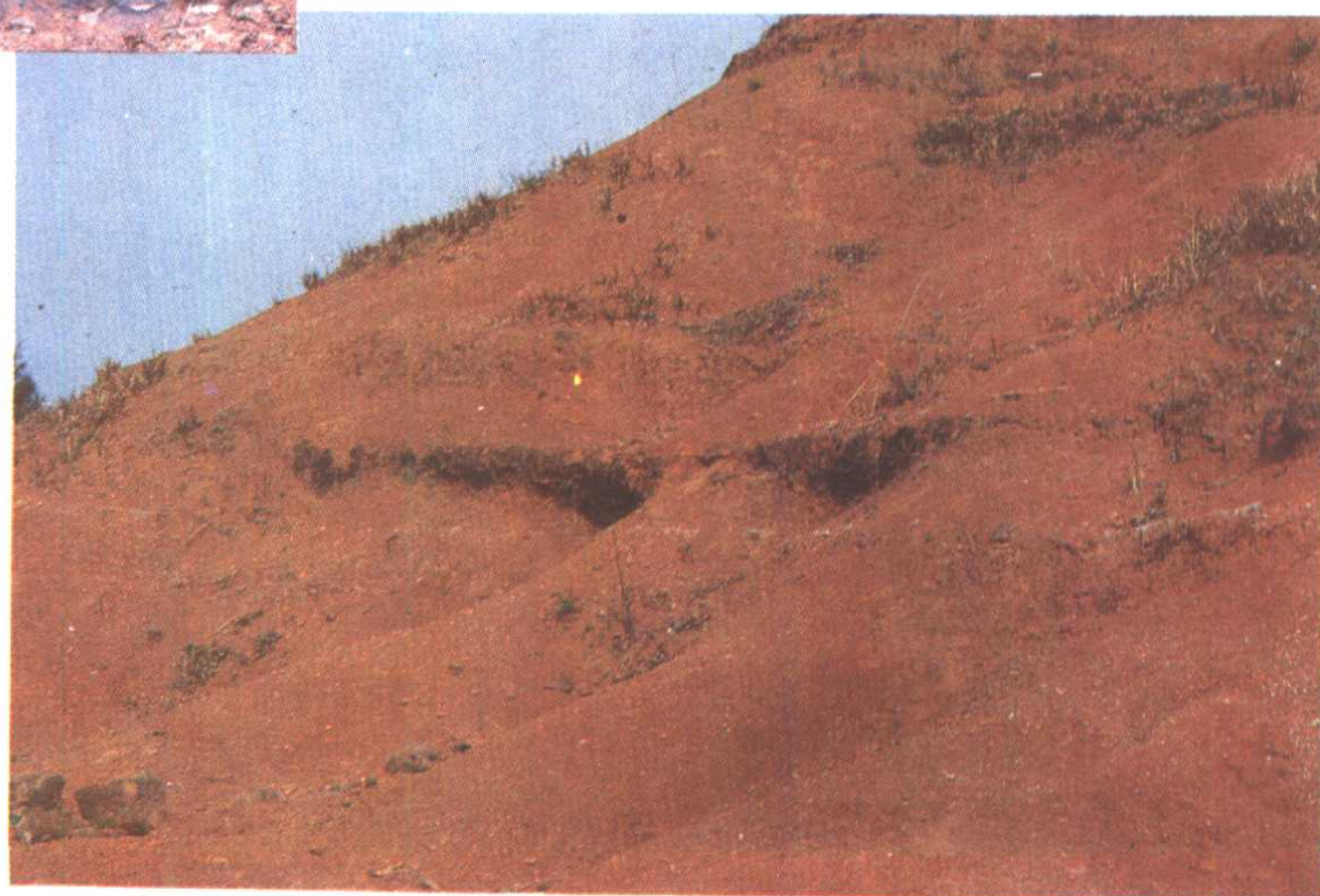
1991



照片1 紫色丘陵区自然景观（蓬溪河边）

照片2 紫色土剖面（宜宾敬梓）

照片3 紫色土的侵蚀（遂宁上宁）



••



照片4 紫色单斜丘陵的
梯田（万县武陵）

••



照片5 紫色坡耕地的聚土免耕垄作栽培示范
（盐亭林山）

••



照片6 紫色土的柑桔蚕豆间作
（金堂三合）

《中国紫色土》编辑委员会

主 编: 李仲明

副主编: 唐时嘉 张先婉 何毓蓉

编 委: (以姓氏笔画为序)

田光龙 汤宗祥 李印先 吴纪刚

李仲明 陈 实 杨定国 何毓蓉

张先婉 张建辉 罗有芳 郭永明

唐时嘉 潘乐华

紫色土肥力研究 50 年(代序)

中国紫色土分布于长江以南的川、滇、黔、桂、粤、湘、鄂、赣、苏、浙、闽诸省区，以四川盆地最为集中，面积最大，最具代表性。这类土壤含腐殖质不多，但矿性胶体品质好，在 7—10 厘米厚的坡土里，种植豌豆、红薯也有收成。在四川盆地 1 亿多亩耕地中，它的分布面积达 7 000 多万亩，为四川全省稻、麦、油、棉、蔗的主要生产用地。

早在 30 年代初期，朱莲青、陆发熹、余皓等曾调查研究过紫色土。1938 年，地质调查所土壤研究室在北碚鱼塘湾建立了以研究紫色土肥力为主的土壤保肥试验场。土壤研究室还派出过半数人员，对紫色土进行了系统的调查，写出了不少有关紫色土的论文和专著。

1956 年中国科学院成立了重庆土壤研究室，又积累了不少有关紫色土的研究资料，大大加深了人们对紫色土类型特性的了解。

50 年来，紫色土虽然吸引着广大土壤学者，特别是分类学者的注意。可是，从发生学角度来看，人们仍难根据紫色土的发育层次，看出它的地带性特征。直到今天，紫色土在发生学分类系统中还没有一定的位置。有些人认为它应该属于黄壤一类的亚热带灰化性土壤，也有人认为紫色土是黄壤带内的一种幼年土。

同样的困难，摆在农业土壤分类研究工作者面前。紫色土剖面层次分化不明显，尽管不同肥性的紫色土，各有含义丰富的俗名，并表现出不同的宜种性、宜肥性、宜水性、发稈性等一系列生产性能。但是，从剖面形态和一般化验结果中，找出分类指标还是极其困难的。

经受了上述教训后，我认为单纯为了搞出分类系统，运用剖面形态记载和化验结果作为分类的指标是背离了“土壤的实质是肥力”的分类依据。而探索土壤肥力发生发展规律的过程，则是长久的，需要一点一滴地积累，它的道路是非常曲折的。在这种思想指导下，50 年来研究紫色土的曲折过程，包含了下列三个阶段。

其一，基础研究阶段：研究主题是古气候、地貌、水文等宏观因素在紫色土肥力发生发展过程中所起的作用。

其二，理论研究阶段：研究主题是不同水热条件下紫色土肥力变化的多样性表现。

其三，应用研究阶段：研究主题是既培肥土壤又保证高产稳产的新耕作制的研究。

一、基础研究阶段

在 1938 年，地质调查所内迁四川，我和刘海蓬一同在北碚西山坪调查土壤。这里是属单背斜构造的平顶山地，海拔约 500 米。在山上采石场里，见到一个岩层断面，断面底部的岩石通体呈灰紫色。其裸石上陡下平，陡坡面呈灰白色，缓坡面呈浅红色至黄棕色。

为什么会出现这种现象呢？现从多次野外调查事实作如下分析。

(1) 西山坪分布较广的须家河组砂页岩，有的形成紫色高丘，有的形成盖有红壤的低丘，交替出现，在一定地貌、水文条件下，非紫色岩的须家河组形成紫色岩体。

(2) 四川盆地内的紫色土，是紫色砂页岩，经残积或局部运积而成。其地质时期大多属白垩纪、侏罗纪和三叠纪。志留系中也有出现。其原因可能是在各个地质时期盆地内，湖水或浅海海水消涨期间沉积物受到间歇浸渍，引起轻度还原的结果。

(3) 由于浅海和湖泊沉积物的先天风化度变异较多，紫色母岩所带红色的深浅和有无也很不相同。由紫色母岩形成的紫色土，往往能保持母岩的颜色，较难变色，这是和非紫色母岩不同的地方。前者的母岩特征、风化过程和形成紫色土的肥力三者之间关系非常密切。暗紫色的侏罗系自流井群、沙溪庙组和三叠系的飞仙关组形成的土壤肥力最高。白垩系紫红色砂页岩所形成的紫红色土肥力最低，说明土壤的先天氧化度愈高，土壤愈瘦。

(4) 紫色比较稳定少变，是否说明紫色土的成分在风化过程中，丝毫不会起变化呢？还是紫色不变而成分却在变化着呢？变又能变到什么程度，能否影响到土壤的肥力呢？为了回答这些问题，我和罗日东在 1947 年到四川乐山大佛寺一带，对当时所称为嘉定层的（现称夹关组，属白垩系）红紫色岩层进行详细的观察，发现紫色岩的质地与层次性，对风化方法和风化生成物的肥力影响很大，而成分的变化却只表现在碳酸盐的淋溶程度上。这就使我开始产生这样一个疑问，如果说风化过程中成分变化只限于石灰质的淋溶，那岂不是等于说：土壤内部水热动态对肥力的影响也应当和养分一样是肥力研究的对象吗？随后，我又和罗日东到仁寿县进行的土壤概测，发现土壤胶体品质、渗透速度与土壤冲刷类型之间，存在着密切的联系。从而更觉得研究土壤水热条件在评价土壤肥力中的重要性。

总括调查所看到的事实，可归纳为下列几点：

(1) 容易透水的砂岩，岩层越厚，透水性和容水量越大，岩石中的石灰质越容易淋失，使风化物呈现酸性反应。但是，这种酸性紫色土的肥力表现，并不比由薄层砂岩所形成的中性紫色土肥力差。反之，透水性较差的厚层页岩，其风化物一般只能呈现中性或石灰性反应。

(2) 由薄层砂页岩互层所形成的红紫色土，呈中性和微碱性反应，这是因为位于地表的薄层砂岩，进水快，失水也快，它在进水的过程中，可以使下部的页岩和砂岩充分储蓄水分。因此，失水以后，可以得到下面岩层源源不断地补给水分。下面由于砂页岩互层中水分流动缓慢，养分不容易流失，所以这类土壤的肥力最高，宜种性也宽。

(3) 由夹关组和遂宁组风化而成的红紫色土，胶体组成偏低硅性，品质较差，它们的肥力都比偏高硅性的自流井组的暗紫色土为低。同样是偏低硅性的夹关组和遂宁组红紫色土，它们在宜种性、宜肥性、宜耕性、发棵性方面的表现，却大有不同。夹关组的细胶粒含量比遂宁组多，粉粒含量比遂宁组少，因此，遂宁组红紫色土的结构品质就赶不上夹关组红紫色土好。遂宁组的保水性、透水性和结构稳定度都赶不上夹关组，表现为沟状冲刷剧烈，耐旱性极差，宜种性受到限制，成为川中水土保持工作的主要对象。即使在水田，遂宁组也因结构不好，只要排水不当，就容易形成多年不化块的狗卵土，限制复种指数的提高，造成水稻坐蔸和低产。夹关组红紫色土没有这些现象，但是其胶体品质也不好，结构品质差，如果不注意保持水土、适时耕作，也容易引起崩蚀、片蚀和田块漏水等现象。这

两种土壤的胶体品质和数量,差异较大的根本原因是:二者母岩的质地和结构存在着很大的差异。夹关组紫色砂岩,透水性强,风化完全,岩石中所含长石等矿物容易在风化成粉砂后继续风化为胶粒,因此,胶粒就多于粉砂。反之遂宁组紫红色页岩,不论是薄片状或贝壳状结构,都难以充分透水,只能在干湿交替时,引起崩解,成为粗粒,风化不易深入,因此,粉砂就多于胶粒。不言而喻,由风化方式和程度差异所产生的结果是夹关组红紫色土比遂宁组红紫色土胶体功能好,但养分在风化中损失较多,遂宁组红紫色土胶体功能差,但养分储量比较丰富。分类工作者对此应该根据什么原则来为这两种土壤确定类型名称呢?照表土反应不同来分成酸性紫色土和中性紫色土吗?这不能反应肥力发生发展的主要过程,不妥当。按照胶体组成成分的不同来归并为一种红紫色土类吗?也不行。因为这只能区别自流井层暗紫色土和红紫色土两个大类,却完全忽略了夹关组与遂宁组在肥力和肥性方面的巨大差异。正确的办法是要根据有能力控制和调节水、热、气、肥动态的胶体品质。根据研究基本结构形成过程和现在生产障碍发生原因的结果,划分为土壤生理功能类型。这种分类的原则,对一般耕作土是适用的。

上述研究结果,也为探讨土壤肥力发生发展规律,提供了下列办法。

(1) 通过研究古气候、古水文等地理环境,岩石层次和结构,风化方法,风化生成物胶粒和粉砂粒的数量四因子的因果关系,深入探索胶体品质对土壤结构稳定性和调节土壤水、肥、气、热功能的影响,就能探索土壤肥力发生发展的过程。

(2) 水热状态从两方面和胶体活性发生极其密切的关系,一方面是它强有力地决定着胶体活性的强弱(根据粘韧性测定结果);另一方面又通过本身新获得的水分状态来影响土壤养分和温度状况。而养分的转移和转化,完全受之于土壤胶体的活性和水热条件的变化。

(3) 土壤的水热条件又和大气的条件息息相关。因此,抓住胶体品质与水热条件问题,就能够使土壤发生分类与肥力的研究,纳入五因子成土学说的轨道。

二、理论研究阶段

紫色土肥力研究分三个阶段,各有其特殊的标志。第一阶段从 30 年代初期到 1960 年,将近 30 年初步完成紫色土分类原则。第二阶段从 1960 年到 1980 年,共 20 年,以发现土壤胶体活性时变化,和初步建立农业生态系统学思想,奠定农业土壤学理论基础为标志。第三阶段是土壤肥力理论的应用研究阶段,以创立和推广水田半旱式耕作制为标志。

以上关于夹关组和遂宁组的叙述,知道把土壤水热条件和胶体活性联系起来,并不容易。因为,土壤水热条件和胶体活性两者之间即使能看出一些联系,也不能用作鉴定土壤胶体功能类型的标准。认识鉴定土壤胶体功能类型经过了相当长的历史,1960 年初,我和刘绍元从田间试验结果中发现,随着一天内气温的周期性变化,土壤胶体活性也随之而起相应的变化,首次揭示了土壤胶体活性对太阳辐射热周期性变化特别敏感的性质。其重要意义在于:①启发了运用胶体热力学的理论,把气候环境的一个重要因素——太阳辐射热和土壤胶体主动调节水、热、气、肥动态的生理功能,有机的联系起来,从而可以看到气候、土壤、植物三个生态因子瞬息万变的内在联系;②利用这一方法,还找出了高肥力土

与低肥力土的主要差别,在不同气候条件下,土壤对保持各项生理功能稳定少变的能力,肥土要比瘦土强得多,因此,鉴定土壤肥力高低,最可靠的指标是土壤在不同大气水热条件下,控制本身水、热、气、肥动态能力的强弱;③避开气候对土壤的热力学作用不管,只想从土壤本身性质里找出肥力指标,那将是费事、费时的。利用气候的热力学反应来检验土壤有无抗拒不良气候和坚持本身正常生理功能的能力:如果有就是肥土,反之就是瘦土。土壤的这种力量,是土壤肥力最基本的实质,是属于第一位的;养分的储量和转移、转化的动态,受土壤水热动态支配,是属于第二位的。与农业生产有直接关系的土壤养分,土壤工作者虽然已经从生态系统学的角度,补充了水热动态和在胶体生理功能影响下养分动态的知识,但是,今天会更加依靠农业化学工作者更多的提供有关植物营养和土壤供肥能力的知识。

1960 年完成上项工作的 20 年间,不断地得到证实,在农业生态学领域内,土壤学不仅大大扩展了它的研究范围,而且也增添了不少发展生产的门路。这些结果都是土壤肥力不同方式的表现。举例说明:

(1) 1979 年,我和周源芳、彭隆学等,对十个不同肥力类型的水田田块,分阴天、晴天两次测定气候日周期变化和土温日周期变化的关系,结果表明,土壤肥力高低的次序和土温日变幅的大小呈反相关,说明土温日变幅越小,即抗拒气温变化的能力越大,土壤就越肥,完全符合上述理论。

(2) 土壤胶体生理功能的热力学变化,自然会引起土温和微生物活力变化和其有效养分含量的变化。赖守悌、青长乐等同志对这一问题曾经作了详细的研究。

(3) 1974 年,得到四川省气象局的具体帮助,设立了气象观测站,为进行土壤肥力预测,预报、预控作了认真的预备性研究,参与工作的有姚来仪、黄世坤、张荫农等。初步研究结果表明,作物群体结构的形式,除对植物生长发育有重大影响外,也对土壤肥力产生深刻的影响;栽培作物的行向和行株距大小,引起了地面辐射热量和蒸发量以及下渗水分分布形式和胶粒活性的微域变异,从而影响到作物的产量。

(4) 1969 年,和牟树森在重庆歌乐山林场,研究油橄榄成林患青枯病的原因和防治的方法。应用胶体活性时变化的原理,对比检查不同土壤上油橄榄健株和病株胶体活性的差异。结果表明,不管是什么土壤,病株根叶的胶体活性都呈现不规则的周期性变化,而健株胶体活性周期性变化则是有规则的。这种现象,同时也见于健株和病株所在的土壤。病株组织细胞被病菌破坏后,胶体控制本身生理功能的能力也随之而降低,正和病土结构破坏后胶体活性不能维持正常的现象相似。进一步比较病株与病土的结果,看出土壤胶体生理功能异常在油橄榄得病问题上起了主导作用。这启示人们根治青枯病的方法,应从改良土壤排水情况着手,并结合施用有机肥料,将会获得良好疗效。

(5) 气候对有机肥腐殖化的影响。通常在一定气候区域、一定土壤类型和一定耕作方法下,土壤腐殖质含量最高的月份,或腐殖质的实际含量,都基本上趋于一个常数。这说明气候对土壤性质和肥力的巨大支配力。

三、应用研究阶段

在土壤肥力基础研究和理论研究获得初步结果以后,期望这些结果能为高产稳产作

出贡献,作了以下应用研究:

在长宁县相岭区,进行以高产稳产的土壤肥力理论的应用研究。相岭位于四川东南部,紫色土分布在低山、丘陵和较宽的河谷,气候温暖湿润,年绝对最低温度为 5°C ,可以栽种荔枝、桂圆等热带作物。这里田多土少,低产田较多,水稻亩产长期徘徊在350公斤左右,小麦不过100公斤左右。

1980年3月,我与莫先武合作研究“水稻半旱式新耕作法”,与长宁县农业局鲁宗仁共同研究“湿板田小麦”栽培法。两法均用免耕。在水稻方面采用垄作和浸润灌溉、垄作或畦作三结合稻麦两熟的水田新耕作制,对冷浸、烂泥、深足、大肥田增产效果特别显著。

三年来,相岭农民采用这一新耕作法的结果,单产都显著提高。否则,对上述低产水田必须用排水工程来改良它,这个方法在相岭区广为传播,而且引起了省内外各地的重视。

“土壤肥力理论的应用”不是什么发明创造,而是在总结农民经验、虚心吸取群众创造力的基础上,去粗取精、丰富理论、发展理论,开辟研究的新领域,从而取得新的研究成果。现在从三个方面来说明土壤肥力理论转变为生产力的具体过程。

从莫、鲁二氏的新耕作法所得的启发,把新法与传统的水稻淹灌平作法相比较,新法的优点在于:

(1) 垄作比平作增加了熟土层厚度和通气、透水、导温的能力,并由于不断向垄部浸润水分,耕作层土壤可长期保持最佳数量的毛管水,从而可保证垄埂既无停留难下行的重力水,也毫无缺水变硬的危险。

(2) 垄埂在毛管水长期浸润下,结构内部空气充足,土温适当,毛管水中所含养分均属有效态。因此,既可保证土壤结构的稳定,又可保证在水、热、气、肥很少产生矛盾的情况下,稳、匀、足、适地为作物供应养分。

(3) 在还原物质存在的情况下,由于垄埂加厚,增高,垄埂无潜水渍渍,通气良好,氧化还原电位升高,可以保证不受还原物质的毒害。

进一步研究课题是:

(1) 垄作和浸润灌溉既然具有以上优点,为什么还要免耕? 试验表明,没有免耕,垄作和浸润灌溉都不会收到很好的效益。是否免耕可能是保持水文基本结构的重要手段。

(2) 由于垄作,改良了土壤的物理性,有效地发挥了土壤的生产潜力,保证了作物旺盛生长。增产所需要的养分必须增多,施肥新方法值得研究。

(3) 沟内渍水的深浅对作物各个发育阶段的需水情况和垄埂保持浸润状态关系密切,这又和气温、雨量的季节变化有联系。因此,需要研究如何合理灌水,才能使气候、土壤、植物三者之间不发生矛盾。

(4) 半旱式耕作制的增产效果,与免耕时间的长短有什么关系? 与土壤肥力的高低又有什么关系? 应该怎样培肥土壤,才能使免耕效果越来越好?

(5) 不同的紫色土有不同的肥力特征,采用新耕作制时,应该怎样因地制宜,按土耕作。

(6) 实行新耕作制的水田作物,在生态、生理、解剖方面有什么特点,怎样从这些特点看出土壤的毛病和耕作制的缺点。

(7) 采用新耕作制的水田,是否可以保证土壤越种越肥,良种的优势是否愈来愈进化,生产投资是否越来越少,产量是否越来越高。

初步结果是：

(1) 免耕在新法中是一个不可缺少的环节，准备采用新法的水田，在种植稻、麦前，如果多犁多耙，不但不能增产，反而会减产。因为多耕破坏了结构之间的正常排列次序，引起了土壤内部水、热、气、肥之间的严重矛盾，在短期内不易恢复。这是一般淹水平作法所不能体会到的。

(2) 根据肥料试验结果，新法为分层施肥创造了优良的条件，特别是养萍田可以在垒土作埂时分层压萍，这样既可供水稻后期利用，又可避免绿萍压秧。肥料种类以有机、无机、微量元素、细菌肥兼有的复合肥为最好。对水厢小麦来说，开沟作厢时先在田内铺施有机与无机肥料、草木灰、微量元素的混合肥料，再将泥土盖于厢面，然后播种、盖种。

(3) 关于管水问题，必须按照技术的规定，不失时机地调节沟内水分的深度，在水厢小麦的后期，尤其应该重视排水。

(4) 水稻免耕对下季水厢小麦有利，而水厢小麦又对来年水稻免耕有利，免耕的时间越长，增产效果越显著。

干板田和砂性重的田不宜采用新耕作法。

综上所述，紫色土肥力研究 50 年，实际上也是对肥力定义、肥力表现、土壤生理分类和肥力理论的应用等一系列研究的 50 年。

侯光炯

1990 年 2 月

前 言

我国的紫色土集中分布在四川盆地,零星见于长江以南的云南、贵州、广西、广东、湖南、江西、江苏、浙江、福建和湖北等省区。

解放以来,广大土壤工作者对紫色土的开发利用、低产田土改良、肥料试验、水土保持以及紫色土的耕作制度、经济作物土宜性、农业生态和环境问题进行了大量的调查研究,从而对紫色土的发生分类、肥力特征、改良利用以及土壤管理积累了丰富的资料,促进了紫色土研究工作的发展,为编写《中国紫色土》创造了条件。

《中国紫色土》分上下两篇出版。上篇以四川盆地的紫色土为对象,下篇则以其他省区紫色土为重点,系统、完整地论述中国紫色土的特征,以供土壤、农学、林学、生态学、地学和环境等有关学科的教学和研究工作者参考。

本书是中国科学院成都分院土壤研究室成立十年(1980—1990年)来的成果总结,主要以紫色土研究的成果编写而成,是集体智慧的结晶。内容涉及紫色土的发生分类、基本组成、肥力因素和农业生态等方面,共分18章。第一章,紫色土研究史概述,较系统的回顾和评价了紫色土的研究工作和我们对紫色土研究的学术思路,在一定程度上反映了本书的结构特色。第二至第五章,是紫色土的发生分类。鉴于紫色土与母岩的密切关系,专章讨论了母岩和风化壳的特征及其分类,为科学的认识紫色土、研究紫色土发生分类、肥力评价和农业生态建设提供科学依据。在论述紫色土发生分类时,突出了岩性土特点,提出了一些重要见解。第六至第九章是紫色土的物质组成。在分别论述紫色土无机、有机组成的基础上,以微形态特征进行系统概括,综合反映紫色土的基本组成和结构等,给人以完整的概念。第十至第十五章讨论紫色土的肥力因素。首先分别讨论紫色土水、热、肥的基本规律及其对肥力的影响,最后以作物土宜性和耕作制度进一步综合反映紫色土的肥力特征,把土壤与作物结合起来探讨。第十六至第十八章是紫色土的区域农业生态系统和农业生态区划。它既是前面基础理论的综合运用,也是从区域肥力的深度探讨紫色土合理利用与开发的途径,体现了生态学观点在土壤科学中的应用。全书的整体结构是由土体肥力问题向区域肥力问题延伸,由单一学科研究向综合研究深入。但限于工作积累和研究水平,这一研究特色还未能充分体现,有待再版时加以完善和提高。

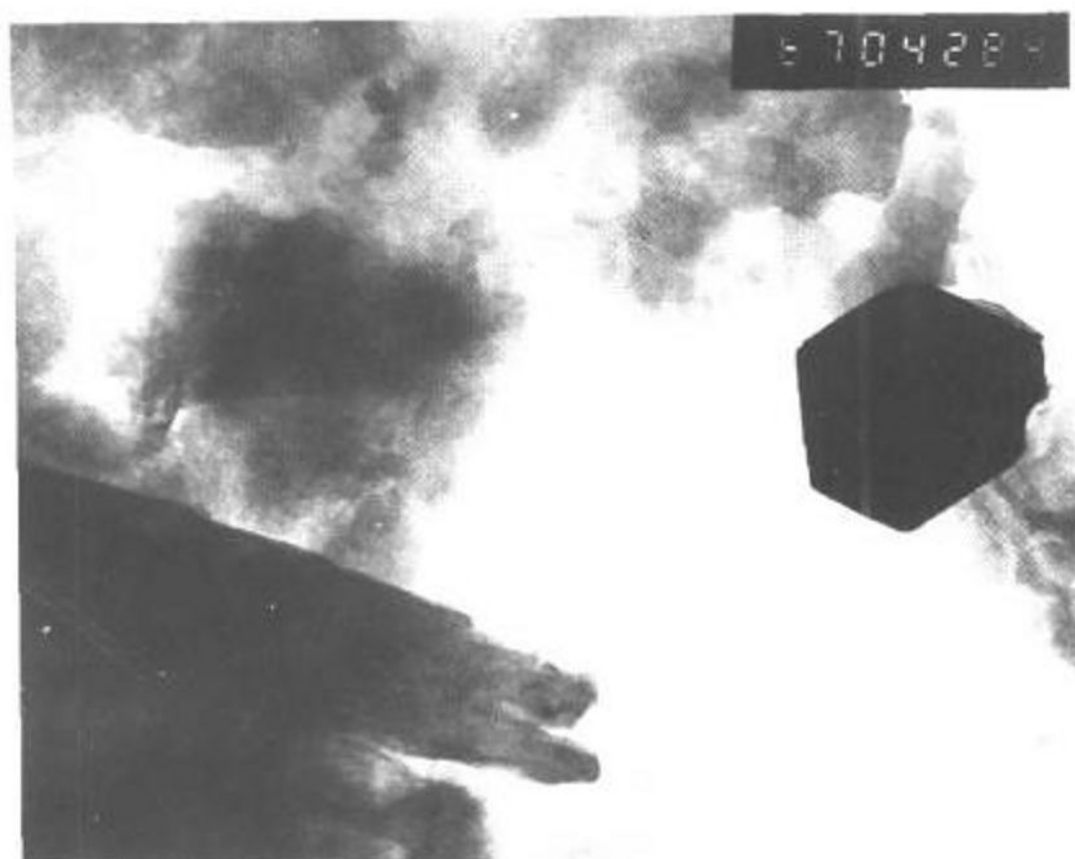
多年来,紫色土的研究,一直是在侯光炯教授的学术思想指导下进行的,力求在研究上体现出他的土壤肥力学观点,但由于研究手段和方法的限制,难度相当大,未能完全如愿。本书只是从土壤个体肥力、区域肥力的侧面作了一些努力,特别是以“母质与肥力”观点研究紫色岩性土,用生态学观点讨论区域肥力,在自然科学与社会科学结合等方面,进行了探索和尝试。在本书出版的时候,侯光炯教授以他的《紫色土肥力研究50年》论文作为本书的代序言,这不仅是对紫色土研究历史的总结,也是对我们寄予的殷切希望。我们将铭记他的学术思想和为此而付出的辛勤劳动。

科学是不断发展的,本书只是现阶段的研究总结,在深度上和广度上都还有很多不尽人意之处,错误之处亦在所难免,希望读者批评指正。

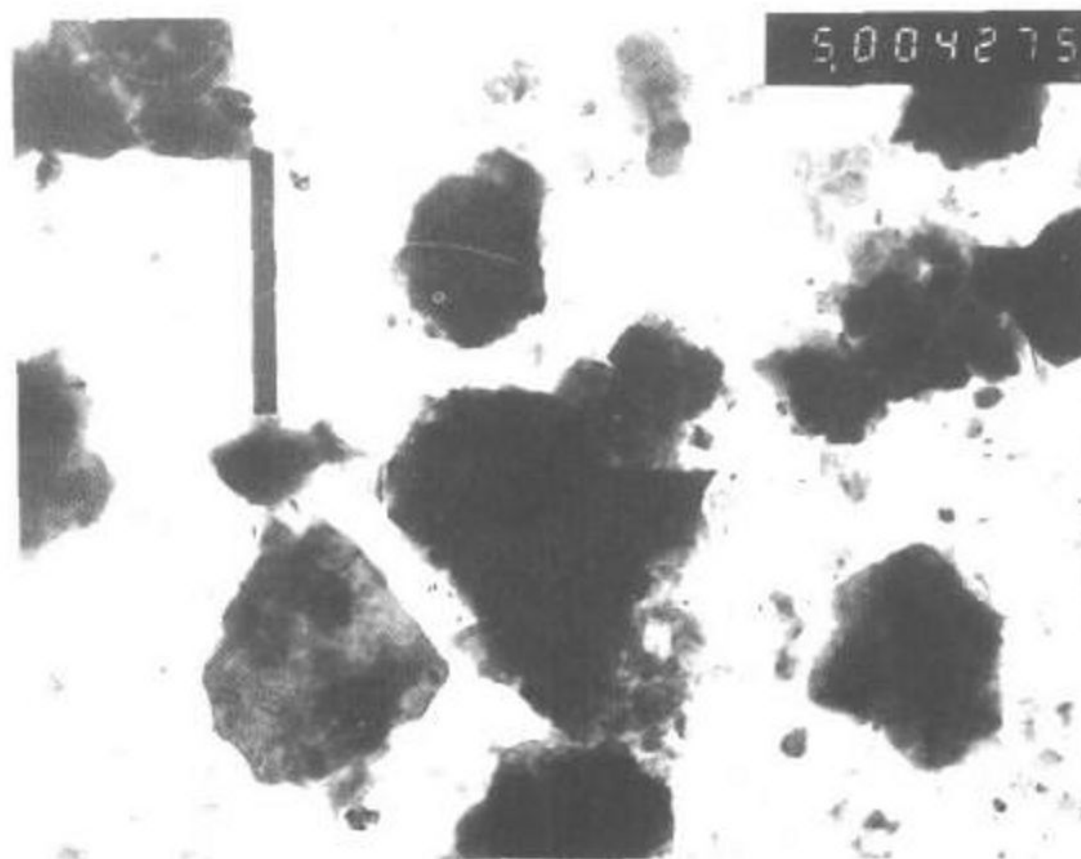
本书在编写过程中得到我国土壤学界同仁广泛的关心和鼓励,以及有关部门和领导的支持和帮助。李逊同志为本书清绘了全部插图,曾文蓉同志绘制了本书附图。谨此一并致谢。

编 者

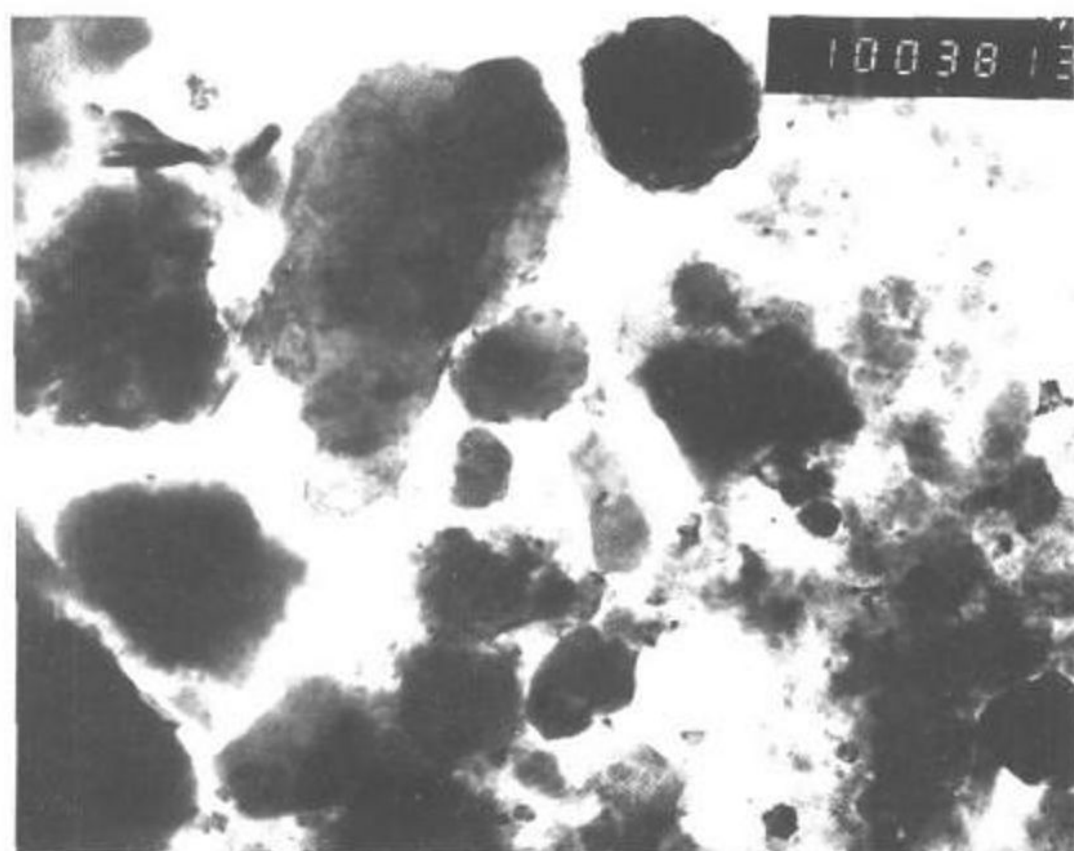
1989 年 12 月



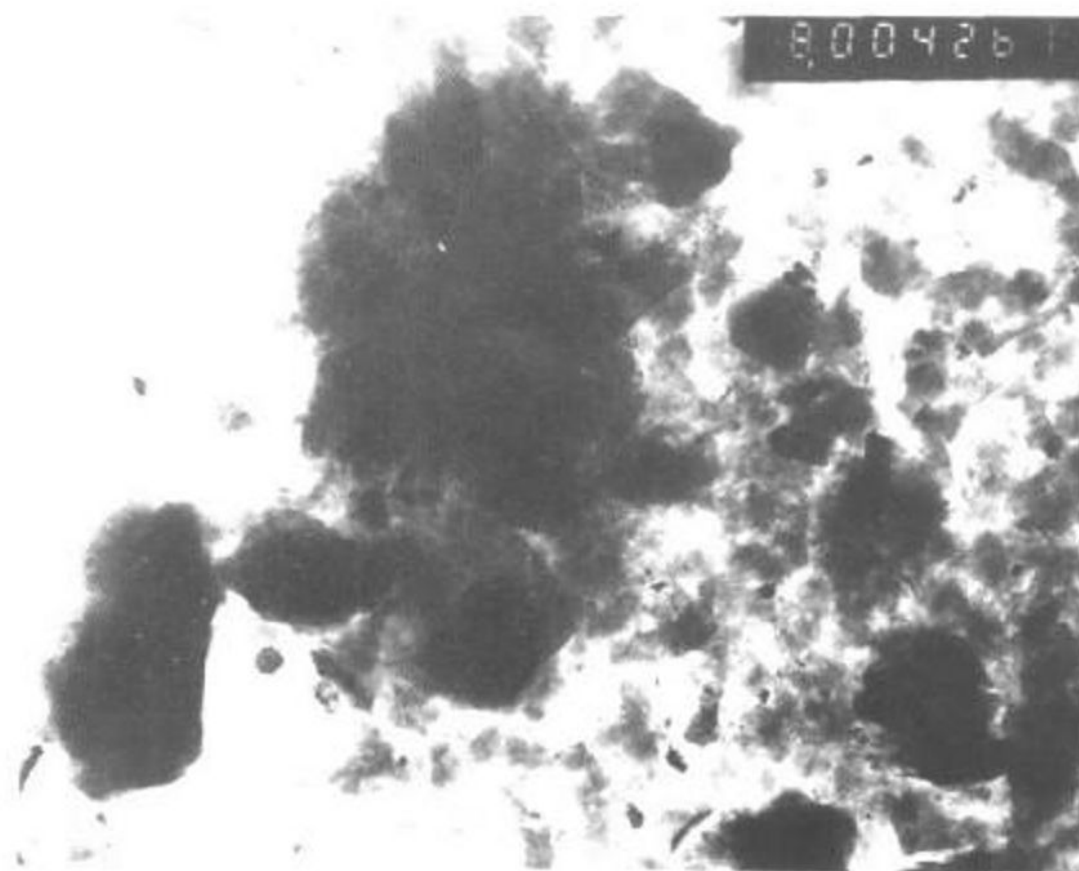
照片7-1 飞仙关组母质发育紫色土表层中的粘土矿物(广元县), $\times 6.7$ 万。示高岭石(右), 水云母(左下)



照片7-2 城墙岩群母质发育紫色土底土中的粘土矿物(剑阁县), $\times 5.0$ 万。示埃洛石(短条者), 伊利石(片状者)

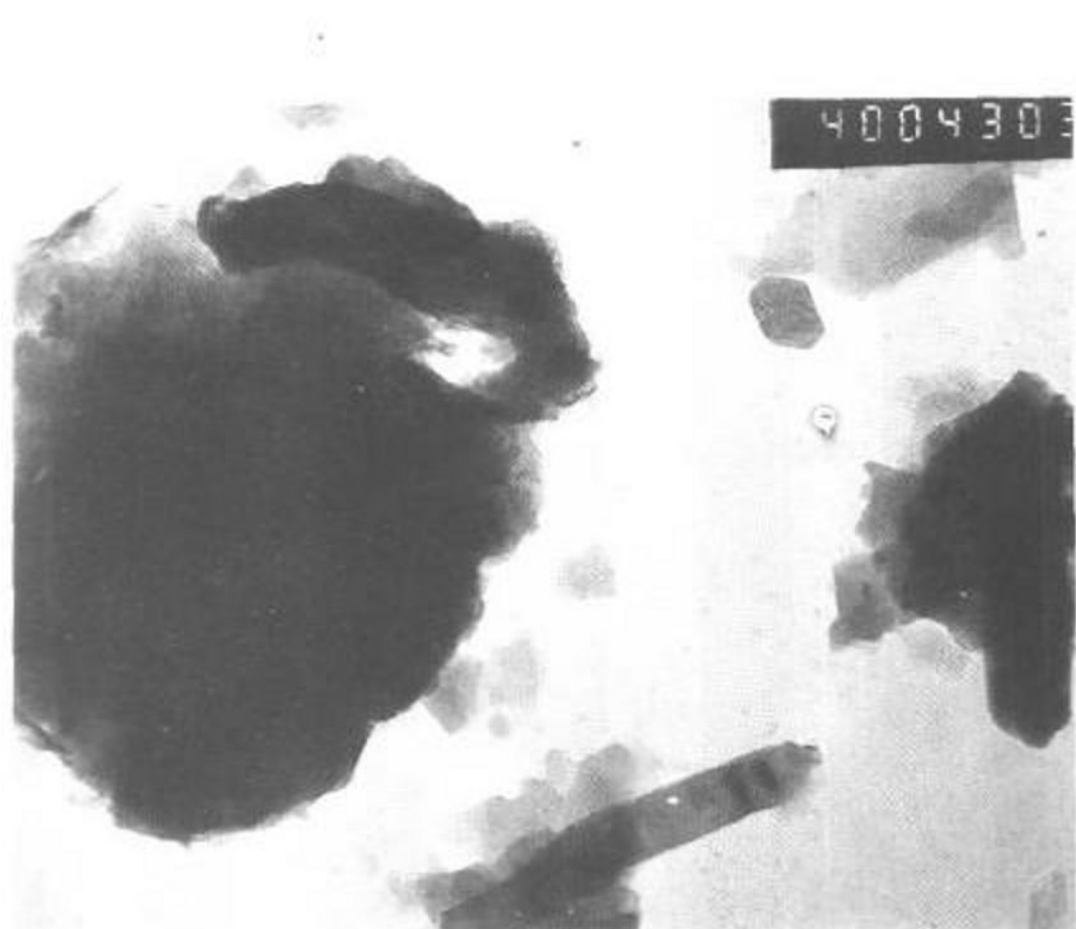


照片7-3 夹关组母质发育紫色土底层中的粘土矿物(双流县), $\times 1.0$ 万。示蛭石(中右上), 伊利石(边缘棱角明显者)

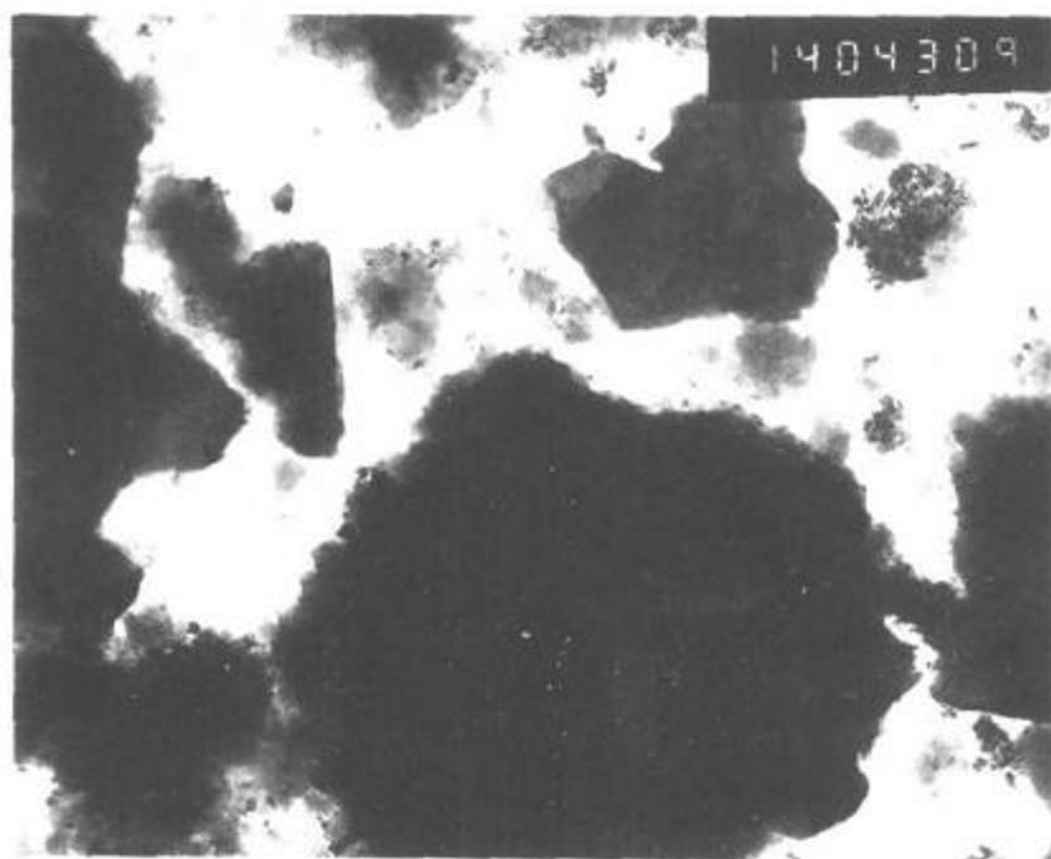


照片7-4 沙溪庙组母质发育紫色土底土中的粘土矿物(江津县), $\times 8.0$ 万。示蒙脱石(中上), 伊利石

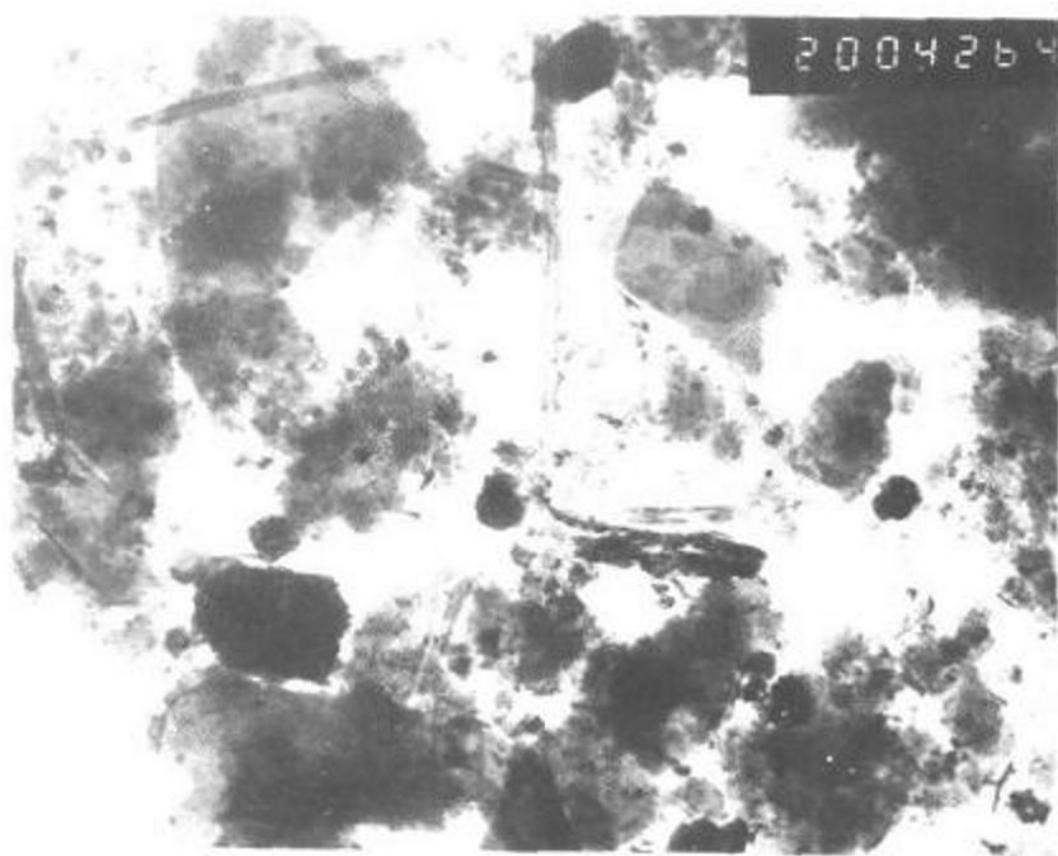
注: 照片7-1至7-8全为紫色土粘粒透射式电子显微镜摄影, 承中国科学院成都分院测试中心颜清华同志协助



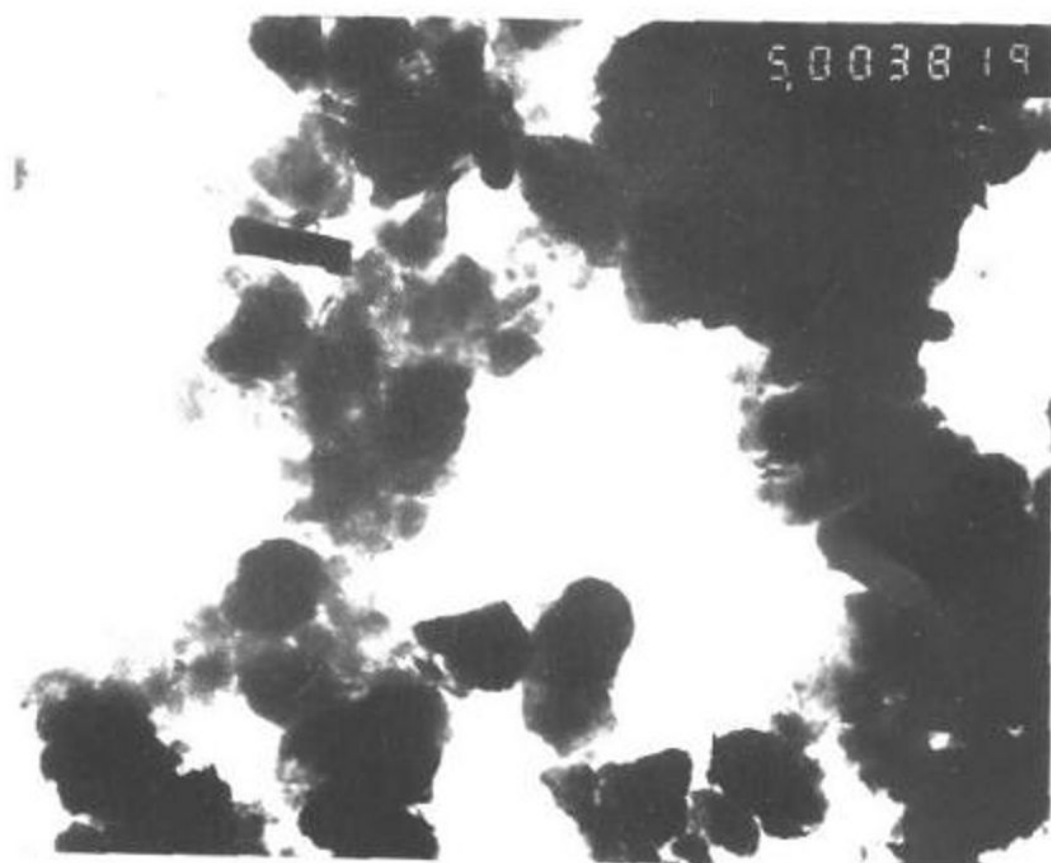
照片7-5 蓬莱镇组母质发育的紫色土底土中的粘土矿物(大足县), $\times 4.0$ 万。示蛭石(左)、高岭石(右上)、水云母



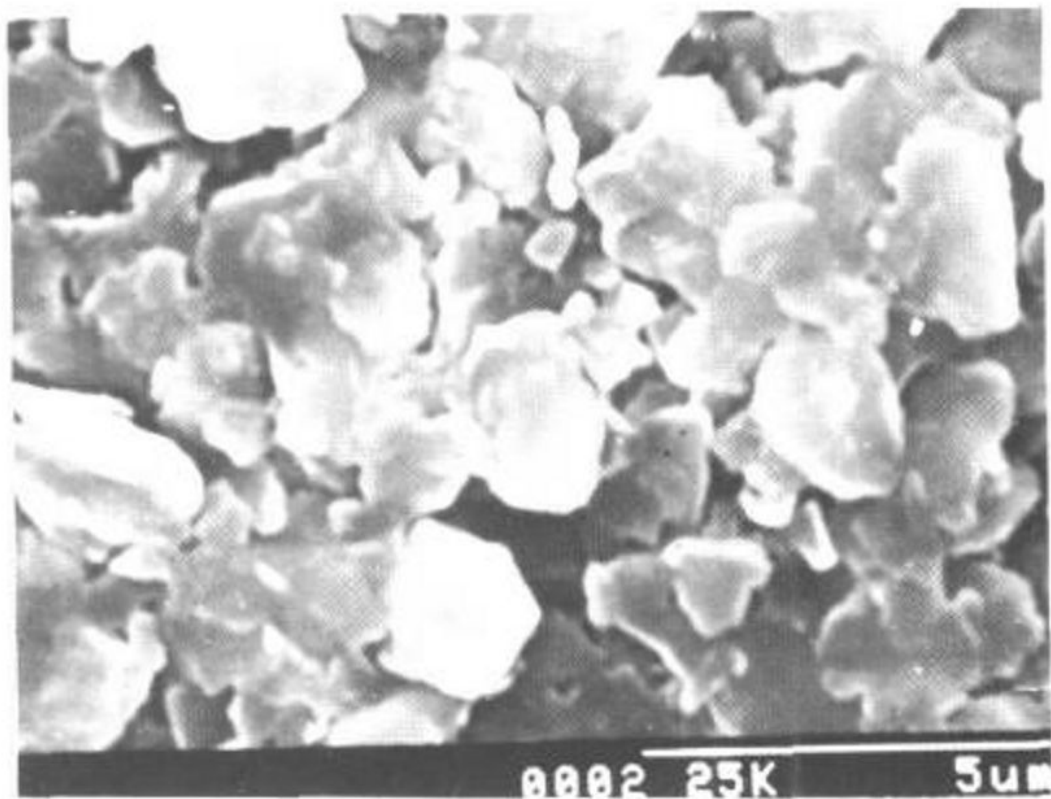
照片7-6 遂宁组母质发育紫色土底土中的粘土矿物(渠县), $\times 1.4$ 万。示蛭石(中下)、伊利石



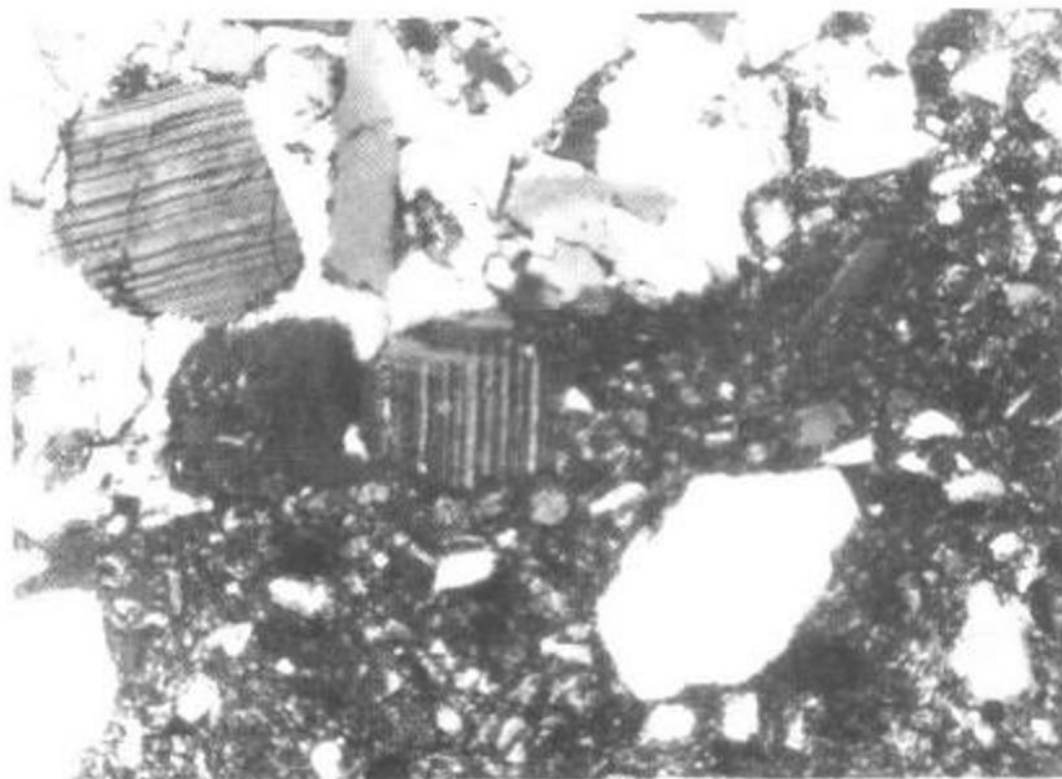
照片7-7 沙溪庙组母质发育的紫色土中的粘土矿物(叙永), $\times 2.0$ 万。示叙永石(空心条状者)、水云母



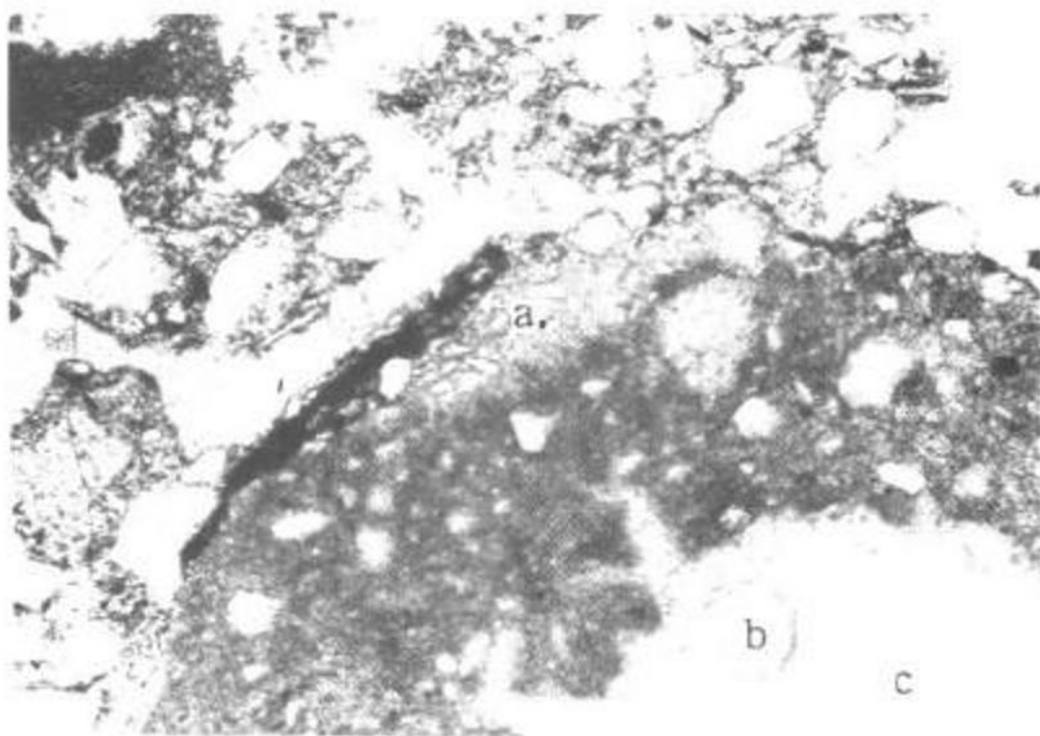
照片7-8 雅安期沉积物发育的黄壤的粘土矿物(眉山县), $\times 5.0$ 万。示蛭石(右中蠕虫状), 水云母



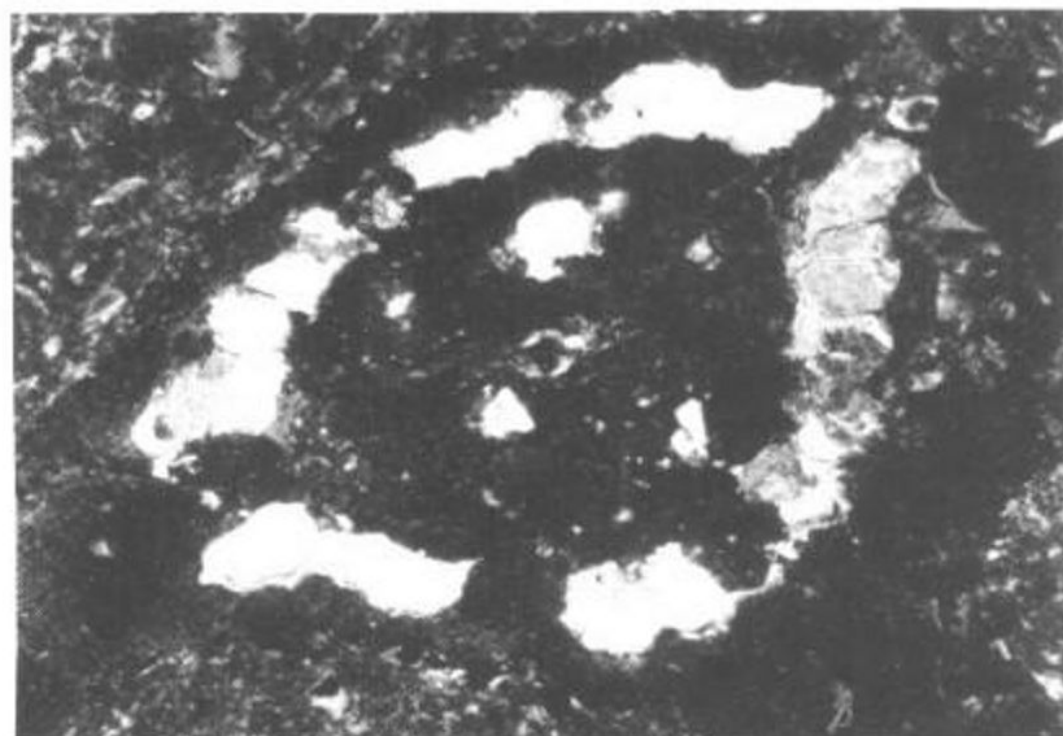
9-1 紫色土粘土基质中的细粒物质的形态
(扫描电镜)



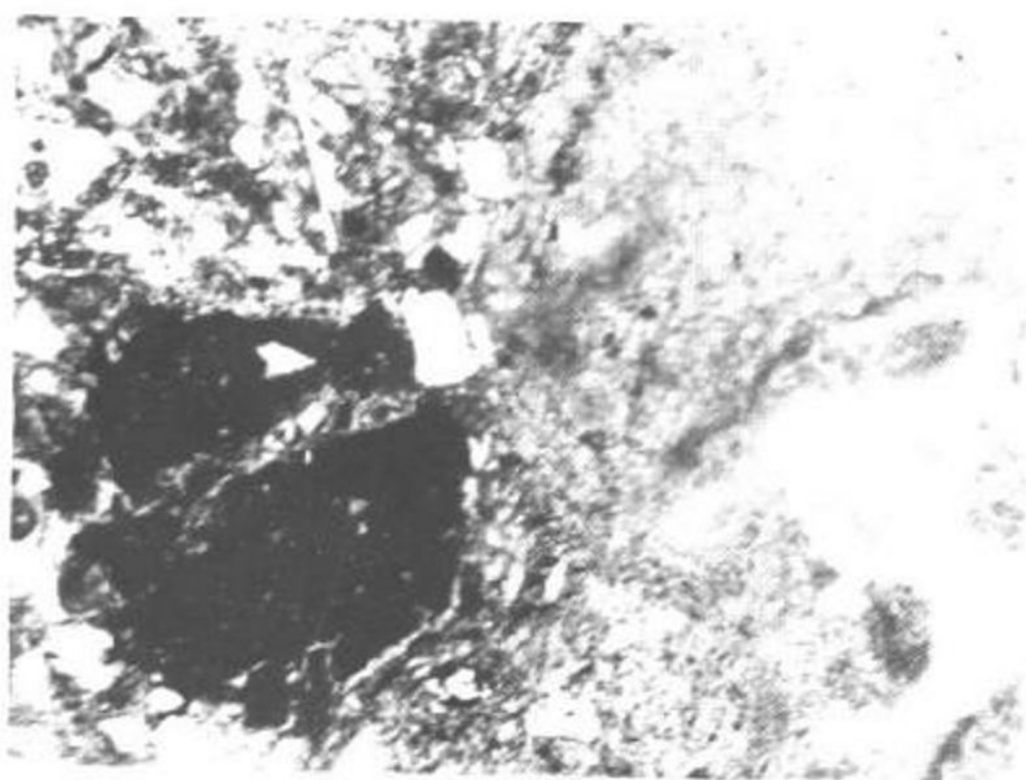
9-2 紫色土骨骼颗粒的矿物形态(沙溪庙组母质发育) 正交偏光 $120\times$



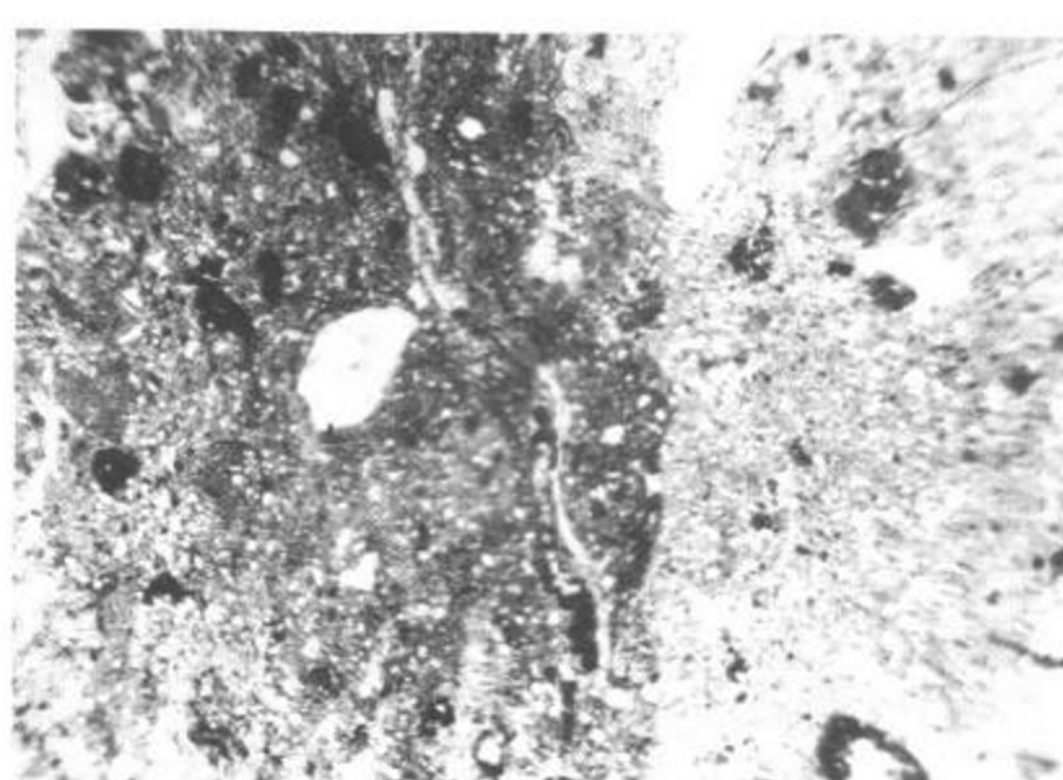
9-3 紫色土中的碳酸钙颗粒, 示其中的溶孔和边缘的方解石化。单偏光 $30\times$ (a 碳酸钙颗粒部分, b 方解石, c 溶孔)



9-4 遂宁组母质发育紫色土孔隙中的有序排列的方解石 正交偏光 $120\times$



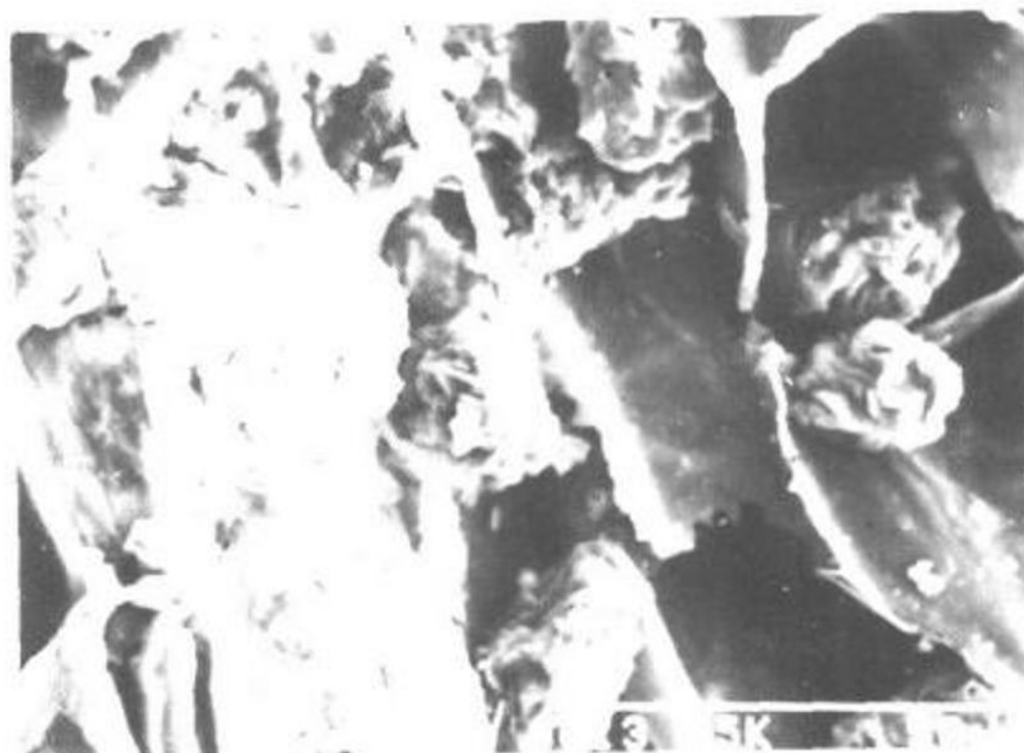
9-5 紫色土中的继承性铁锰质瘤状物(内江沙溪庙母质发育) 单偏光 $30\times$



9-6 第四纪沉积母质发育黄壤B层的铁质胶膜(眉山, 白马) 单偏光 $12\times$



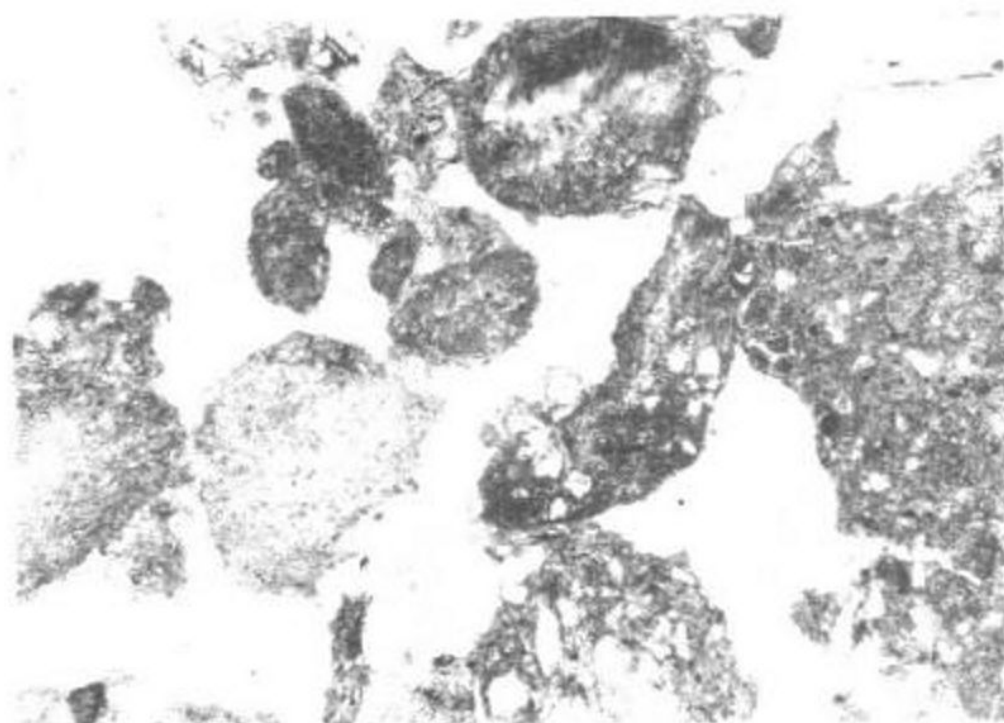
9-7 紫色土中的菌丝(城墙岩群母质发育)
(扫描电镜)



9-8 土壤中的动物粪便与有机残体伴存(土壤同前)(扫描电镜)



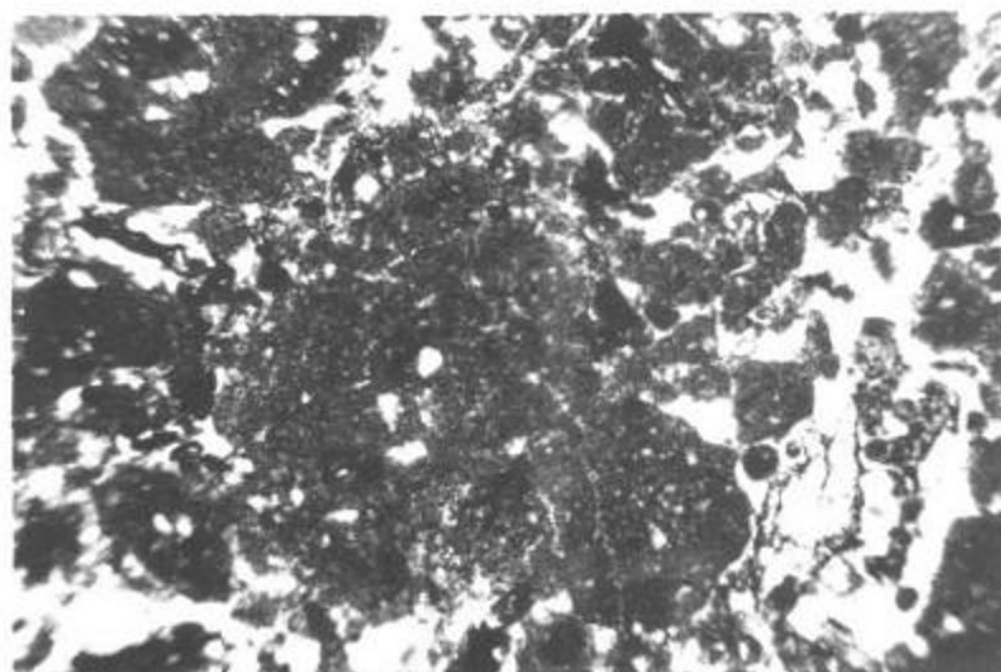
9-9 紫色土中来源于母质的古生物化石(下方,长宁飞仙关组母质发育) 单偏光30×



9-10 紫色土A层中的土块结构体 单偏光12×



9-11 紫色土中的临时性微团聚体(扫描电镜)



9-12 有机肥培肥的紫色土A层中的团聚体形态(蓬莱镇组母质发育) 单偏光12×