

侯光炯院士在紫色土及土壤学研究上的建树

土壤研究室¹⁾

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所 成都 610041)

提 要 侯光炯院士从事土壤学研究 70 余年,为我国土壤科学事业的发展作出了巨大贡献。他在紫色土研究上有独到的见解,取得了很多令人瞩目的成果。尤其是他独树一帜地、创造性地提出了土壤生物-热力学理论,在发展我国独自の土壤学理论研究上有卓越的建树。

关键词 侯光炯院士 紫色土 土壤学 生物-热力学

1996 年 11 月 4 日我国著名土壤学家、中国科学院院士侯光炯教授与世长辞了,但是他在土壤学研究上所作出的巨大贡献却与日月共久长。为了纪念这位学界伟人,试对他半个多世纪来在紫色土研究及土壤学理论研究上所取得的重要成果作一追记。

1 关于紫色土的研究

中国紫色土是世界特有的土壤资源,在四川盆地分布达 16 万 km²,其他零星分布在滇黔苏浙闽赣湘粤桂等省区。紫色土研究在科学上和生产实践上都有重要意义^[1]。

侯光炯早在 1938 年就开始对紫色土进行研究,积 50 多年的实践经验,取得了开创性的、富于创新的研究成果^[2]。

1.1 紫色土特性研究

紫色土最显著的特性是其独特的颜色。在紫色土土色来源上有多种解释。侯光炯认为:紫色土紫色成因是“一种含铁次生性矿物的胶态溶液,在浸入岩层内部时,凝结成功的,至少也是在这样的岩石风化土后,再由水力移运沉积随之而变成全部为紫色的岩层”^[3]。这一认识在当时无法用先进实验手段来完成,但已与后来的科学实验结果很接近^[4]。侯光炯还特别重视紫色土土色与其肥力间的联系,他指出:紫色土土色与土壤先天风化度相关,一般具暗紫色的紫色土较呈色浅的红紫色土肥力高。

侯光炯对紫色土富含营养成分而表现出较高肥力特性的研究认为:1. 由于紫色土被紫色胶状铁质胶膜覆被,因而其原生矿物不易迅速分解,营养元素得以保留;2. 紫色岩石易于崩解,机械风化强烈,增大了水解发生的接触面,营养成分释放出来利于植物吸收。

在研究土壤特性上,侯光炯还独创一些实验方法鉴定紫色土和其他土壤的性质。如土壤粘附率和粘附曲线测定技术^[5,6],用土壤吸水过程特点测定土壤粘附率,实际上反映了土壤机械组成特性。根据不同浓度的酸碱溶液滴定土壤得出的粘附曲线,实际反映了土壤胶体的电化特性。对不同机械组成和不同母质来源紫色土的粘附率和粘附曲线的

1)由室主任何毓善研究员执笔。

本文收稿日期:1996-12-11。

测定结果,可反映出其风化程度和土壤胶体品质的差异.这作为一种简便易行、综合测定土壤特性的新技术,仍不失为有益的探索和有意义的发展方向.

1.2 紫色土的母质特性与肥力关系的研究

作为一种岩性土,母质对紫色土肥力有关键性的影响.侯光炯很早就提出了母质肥力的概念.根据母质特性,将紫色土划分为高硅土、低硅性高硅土、高硅性低硅土、低硅土等,它们各自的先天肥力不同^[7].他特别重视紫色母岩层次类型对土壤肥力的影响^[8],将其划分为:1. A 式层次:全部为厚砂岩(厚度>50m);2. B 式层次:厚层砂岩(厚度 1~10m)夹薄层页岩(10~100cm);3. C 式层次:薄层砂页岩互层(各数厘米或数十厘米厚);4. D 式层次:厚层页岩(1~100m)夹薄层砂岩(10~100cm).不同类型母岩层式决定了其所发育紫色土的酸碱性、石灰性和养分含量等.这些研究结果至今还具有重要的生产指导意义.

1.3 紫色土胶体特性的研究

侯光炯认为:“土壤胶体,是土壤产生肥力的物质基础,也是土壤与植物存在过程中分分秒秒息息相关、互利互助、共存共荣的主要枢纽”.农业生产的关键在于“改进土壤胶体品质,培养肥力机制,实为治本之图”^[9].土壤胶体主要由无机胶体、有机胶体和微生物组成复合胶体.土壤胶体活性受制于环境水热条件.不同品质的土壤胶体活性有别,而表现出对外界水热条件变化的不同调节能力.因此鉴定土壤胶体品质、测定土壤胶体活性对评价土壤肥力有十分重要的意义.对紫色土胶体研究结果表明,不同母质来源的紫色土胶体品质和活性的差异显著,例如:下中侏罗统自流井群暗紫泥土就明显优于上侏罗统遂宁组红棕紫泥土.近代土壤学的发展史是,从提出土壤矿质营养学说,发展到以团粒结构为肥力中心的理论,直到现在侯光炯提出以土壤胶体为土壤肥力中心的观点,历经一百多年.以土壤胶体为土壤肥力中心的学说,必会又一次对农业发展产生深远影响.

1.4 紫色土分类的研究

20 世纪 50 年代初期俄国土壤发生学理论开始在中国传播.侯光炯在这一学说指导下,首次提出了紫色土发生学分类的建议.他在确定紫色土高级分类单元的分类学地位下,明确指出紫色土属幼年土^[10].同时认为对于大多数长期耕作条件下的紫色土,成土五因素的土壤统一形成学说尚不能完全适于其分类,因此他提出了农业土壤的新的分类方案^[11].在这个分类系统中,他提出了如下新标准:1. 土壤肥力动态变化,主要依据土壤水分、温度、养分随时间动态变化规律因土而异,依据其动态变化特征划分土壤类型;2. 土壤肥力空间变异,不同自然地理条件的区域,气候、母质、水文等不同,土壤区域肥力及耕性也不同,可根据其空间变异出现的土壤肥力特性和耕性差别,鉴别土壤类型.

侯光炯根据这些标准提出了一个全新的农业土壤分类体系.例如:在土类划分上,分为园田土、水田土、旱地土等;在土族划分上,分为油性土、绵性土、劣性土等.在土属划分上,分为油土、肥土、熟土、刚土、柔土、韧土、弱土、冷土、毒土、僵土等;在土科划分上,分为油沙田、泥肉田、大眼泥田、两合土、豆瓣泥土、淤土等.这一分类制在为农业生产服务,帮助生产者认土、识土、用土、改土上都有重要作用.

1.5 紫色土改良利用的研究

侯光炯毕生都重视土壤科学为农业生产服务.他在紫色土的改良利用上做了大量的

试验研究工作,例如:20世纪70年代他在四川简阳镇金创造的“大窝耕作法”^[12];80年代他在四川宜宾地区试验推广的“水田自然免耕法”^[13];及至临终前四个月他还主持了“旱地自然免耕耕作法”的成果讨论会。这些研究试验成果为紫色土的改良利用,提供了宝贵的科学依据,并取得了显著的增产效益。例如:“水田自然免耕法”已在我国南方10多个省区推广,仅四川省就已推广了14万hm²,平均增产粮食750~1050kg/hm²。

2 土壤学理论研究的创新和建树

2.1 土壤生理性

20世纪60年代侯光炯首创“土壤生理性”。土壤生理性“是土壤在不同时间内变动其本身特性,以形成一定的植物生活环境的能力”^[14]。土壤的温度、水分、吸收性能、气体的吸收与释放,营养元素吸收与释放等都有周期性变化。他认为:这种日变化、年变化的规律性主要受土壤胶体活性的支配。土壤产生的一些现象,如呼吸作用、代谢作用等都是土壤具有生理性的反映。80年代侯光炯在研究水稻土生理分类中进一步指出:“土壤生理性的意义是:在气候、植物、耕作综合作用影响下,时刻变化而又反映土壤代谢势和抗逆力等生理特点的土壤性质”^[2],并认为土壤生理性表现出的代谢势和可塑性的强弱,反映了土壤的肥力水平^[15]。侯光炯关于土壤生理性的研究打破了历来静态土壤学研究的传统,把土壤作为“类生物体”。这在土壤学研究上是一次革命性的有突破意义的进展。

2.2 土壤肥力生物-热力学理论

侯光炯创立了土壤肥力生物-热力学理论^[16]。其主要内容:1. 土壤肥力之所以不衰,主要在于土壤具有代谢性和可塑性,是一种“类生物体”,土壤的肥瘦主要决定于土壤代谢性和可塑性强弱;2. 土壤胶体(无机-有机-微生物复合胶体),随太阳幅射热的时变化,起着相应的日周期和年周期变化,与这种胶体活动密切相关的一切性质,都呈日周期和年周期的变化;3. 提高土壤生产力关键在于增强土壤“体质”,调控和稳定地面上下水热状态,使土性周期性变化适合于植物要求的最佳的生长环境及水分养分供需间的生理谐调。

根据这一观点,土壤肥力是土壤与植物双方在生理谐调过程中,土壤不断调节供应水、热、气、肥,以保证满足植物正常生长的能力。这就将关于土壤肥力是“在植物全部生长过程中,土壤同时地、不断地供应植物以最高水分和养分的能力”的传统认识,大大推进了一步。从单纯地认为土壤是供应植物水分养分的“库”的观念,提高到土壤对植物具有能动的、动态的、生理的调节供应水、热、气、肥能力的认识水平上。

在土壤肥力生物-热力学理论的指导下,侯光炯提出了一整套土壤肥力的调控原理和方法。例如:他提出对土壤肥力须从三个层次上进行调控:“肌体肥力”、“生态肥力”和“耕作肥力”。肌体肥力是土壤本体的有机-无机-微生物复合体组成和功能、土体构型,以及土壤水、肥、气、热状况等所表现出的土壤肥力特性;生态肥力是土壤所在地的生态环境条件,主要由区域气候、母质地形、区域水文等生态环境条件综合作用下的水热动态对土壤肥力的激发效应;耕作肥力是农耕活动对土壤肥力的作用下形成的。

按照土壤肥力三个层次,侯光炯提出了土壤肥力调控的“大三化”和“小三化”系统^[16]。“大三化”是指:1. 林网化,即通过对农区全面绿化,建设防护林系统,改善生态环

境,保障局地气候—土壤—植物之间的协调统一;2. 渠网化,即农区实现渠网化,以水调热,以水调肥,保持水土;3. 复种化,即提高复种指数,减少地表裸露,保持近地面气候稳定,充分利用光、热、水、肥条件。“小三化”是指:1. 土壤腐殖化,即提高土壤有机质含量和腐殖化过程;2. 细菌化,即增进土壤中有益微生物种群及其数量,提高养分有效性转化效率,改善土壤品质;3. 结构化,即增加土壤中团粒结构的数量和调节合理的大小分布结构,保持土壤各类孔隙的适当比例。建设“大小三化”系统可创造稳产、高产、优质的农田。

2.3 自然免耕技术和理论

自然土壤在长期的演化过程中,在没有外界逆向干扰和破坏的条件下,一般土壤肥力呈稳定进化趋势。植被生长繁茂,万古不衰。其原因是在天然植被覆盖下,自然土结构形成并保持稳定少变,土壤中水、热、气、肥调匀,土壤与植被间水肥供求保持协调状态,土壤胶体的代谢性和调节力也始终保持正常。而在不合理耕作及其他不利因素影响下的土壤,常常出现土壤结构破坏,土壤冲刷,土层丧失,土壤中水、热、气、肥矛盾突出,因而土壤肥力退化。侯光炯从自然土壤肥力发展演化规律,从农民群众生产经验,从土壤耕作培肥试验中受到启发,巧妙模拟自然土肥力特征和发展变化过程,结合先进的现代农业技术,创造了自然免耕技术及其理论^[17]。这一技术的关键是在水田土采取连续免耕、连续垄作、连续浸润和连续植被的技术方式,实现土壤肥力的增进和高产、稳产、增收。

3 继承和发扬侯光炯土壤学学术思想和科研精神

侯光炯毕生为发展我国的土壤学理论和农业振兴呕心沥血,应当继承和发扬他的学术思想和科研上的创新求实精神。

3.1 进一步论证和完善土壤肥力生物-热力学理论

侯光炯经数十年的潜心研究,提出的土壤肥力生物-热力学理论,是揭示土壤肥力本质奥秘的武器。继承和发展他的学术理论成果,还应侧重加强以下研究工作。

1. 土壤胶体特性的研究 土壤无机-有机-微生物复合体的研究,自 20 世纪 80 年代以来便成为土壤学研究的热点。虽已有大量的研究结果,但多属各别组分的理化特性方面的研究。今后应加强土壤无机-有机-微生物复合体作为具有生理功能的胶体加以研究,尤其是应加强对土壤这类复合体中,无机、有机胶体及微生物之间的存在形态、功能和变化过程进行研究;还应进一步探索其热力学性质,生理性反应,胶体活性的测定与评价等,以及进一步阐明土壤无机-有机-微生物复合体的肥力发生机制。

2. 土壤—植物间的水肥供求生理协调关系的研究 侯光炯强调土壤肥力是土壤与植物双方进行生理协调过程中,土壤不断调节水肥对作物的供应。“生理协调”是肯定土壤属于生物运动形式,而且肯定主导生理协调的因素是太阳辐射热。对于这种复杂的土壤—植物间的生理协调关系,还需要进行大量的模拟实验和田间试验观察研究。

3. “大小三化”、“四大平衡”的培肥高产技术措施的研究 “大小三化”及实现“四大平衡”(指光肥平衡、水热平衡、生态平衡、肥力平衡)^[18],无疑是建立高肥、高产、稳产农田的根本途径。对这些肥力调控措施还应进行系统试验研究,以探明其机理、相互关系和作用、具体操作和方法,以及进行各项措施的数字化指标和效益分析研究等。

4. 实验技术和方法的研究、改进 侯光炯在创立土壤肥力生物-热力学理论前后,始终重视实验技术和方法的改进和创立,例如:他创造的土壤粘韧率、粘韧曲线实验技术、pH 八联法^[19]、土壤肥力短期鉴定法等^[20]。这些方法和技术的创立对论证他的学术观点都曾发挥一定作用。限于当时的科学技术水平,这些实验技术和方法,有的还缺乏物理、化学和生物学理论基础的解释;有的还需设计、制作新的仪器和实验技术系统来替代烦琐的手工操作等。这些有待今后深入研究和改进。

3.2 学习侯光炯创新求实的科研精神

从侯光炯半个多世纪的科研生涯中,在他发表的诸多学术著作、论文及所取得的累累成果中,都可看出他的创新求实精神。

20 世纪 30 年代侯光炯在世界上就首次提出了“水稻土”的新土类,并提出了水稻土的潜育、潜育、渗育、淹育四类特征层分划^[21],至今还在国际上应用。40 年代在紫色土研究中首次提出原色土、变质原色土概念,以及 1949 年以来在紫色土及土壤学理论研究上的成果,无不反映他始终如一的创新和进取。生前他常自嘲自己是个“玄学鬼”,也许正是执着地追求“玄”和新,才能不断萌发新的学术思想,把科学研究推向深入。

侯光炯求实的科研精神主要体现在重视总结和提炼农民群众的生产实践经验和身体力行将理论付诸实践,深入农村进行田间试验研究,几十年如一日,成为深受农民群众爱戴、党和国家器重、科教界推为楷模的著名科学家。

继承和发扬侯光炯的创新求实、拼搏奉献的科研精神,必将促进我国土壤科学研究跨入世界先进水平。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院成都分院土壤研究室. 中国紫色土(上篇). 北京:科学出版社,1991. 1~11.
- [2] 侯光炯. 紫色土肥力研究 50 年. 见:中国科学院成都分院土壤研究室. 中国紫色土(上篇). 北京:科学出版社,1991. i~vi.
- [3] 刘明钊主编. 侯光炯土壤学论文选集. 成都:四川科学技术出版社,1990. 192~193.
- [4] 何毓善,佐藤幸夫,和田秀德. 紫色土土色研究. 土壤通报,1990,21(6):247~250.
- [5] 侯光炯,陶启珍. 用粘韧曲线鉴定土壤特性. 见:第四层国际土壤学会论文集,1949. 339~342.
- [6] 侯光炯. 土壤的粘韧率及粘韧曲线. 见:刘明钊主编. 侯光炯土壤学论文选集. 成都:四川科学技术出版社,1990. 179~190.
- [7] 侯光炯. 北碚土壤志. 见:刘明钊主编. 侯光炯土壤学论文选集. 成都:四川科学技术出版社,1990. 158~174.
- [8] 侯光炯,罗日东. 嘉定层残积土之特性. 见:刘明钊主编. 侯光炯土壤学论文选集. 成都:四川科学技术出版社,1990. 175~178.
- [9] 侯光炯,赖守悌,青长乐等. 土壤胶体性质日变化及其在肥力上的意义. 见:刘明钊主编. 侯光炯土壤学论文选集. 成都:四川科学技术出版社,1990. 248~260.
- [10] 侯光炯,张先婉,曾觉廷等. 四川盆地紫色土的分类与分区. 见:刘明钊主编. 侯光炯土壤学论文选集. 成都:四川科学技术出版社,1990. 191~199.
- [11] 侯光炯. 中国农业土壤的分类体系. 见:刘明钊主编. 侯光炯土壤学论文选集. 成都:四川科学技术出版社,1990. 231~247.
- [12] 侯光炯. 大窝耕作法的研究. 见:刘明钊主编. 侯光炯土壤学论文选集. 成都:四川科学技术出版社,1990. 275~277.

- [13] 侯光炯,赖守悌,谢德体等. 水田自然免耕技术综合研究报告. 西南农业大学学报,1987,(增刊,总4),46~65.
- [14] 侯光炯. 农业土壤生理性. 见:刘明钊主编. 侯光炯土壤学论文选集. 成都:四川科学技术出版社,1990. 204~223.
- [15] 侯光炯,高惠民. 中国农业土壤概论. 北京:农业出版社,1982. 85~99.
- [16] 侯光炯. 农民群众的生产斗争经验开辟了发展土壤科学的广阔道路. 中国科学,1975,(5):511~518.
- [17] 侯光炯. 我是怎样研究发现自然免耕的一些重要机理和技术要则的. 西南农业大学学报,1987,(增刊,总4),1~10.
- [18] 侯光炯. 八十抒怀——对发展中国土壤科学的一点想法. 见:刘明钊主编. 侯光炯土壤学论文选集. 成都:四川科学技术出版社,1990. 353~358.
- [19] 西南农学院编. 土壤学附地质学基础(上册). 北京:农业出版社,1961. 115~118.
- [20] 侯光炯. 土壤肥力短期鉴定法. 见:刘明钊主编. 侯光炯土壤学论文选集. 成都:四川科学技术出版社,1990. 224~230.
- [21] 侯光炯,朱莲青,宋达泉等. 水稻土土层分类及命名概则. 见:刘明钊主编. 侯光炯土壤学论文选集. 成都:四川科学技术出版社,1990. 102~105.

PROFESSOR HOU GUANGJIONG'S CONTRIBUTION TO STUDY ON PURPLE SOILS AND SOIL SCIENCE

Soil Science Research Division¹⁾

(Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences
& Ministry of Water Conservancy Chengdu 610041)

Abstract

Prof. Hou Guangjiong, a academician of Chinese Academy of sciences, has made vast contribution to the development of soil science since he engaged in studying on soil science more than 70 years ago. He proposed distinctive views on purple soil research and gained conspicuous achievements. In particular, he creatively put forward soil bio-thermodynamics and won great merit in pushing forward the independent research on soil science of China. Inheriting from and carrying on his academic ideas and research spirits, it will further prompt to make progresses in soil science and receive greater results for the agricultural development in China.

Key words Prof. Hou Guangjiong, purple soil, soil science, soil bio-thermodynamics

1) Written by He Yurong, Director of Soil Science Research Division.